

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-039302

(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
F21V 8/00
G02B 6/00

(21)Application number : 09-097433

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 15.04.1997

(72)Inventor : FUKUI KOJI
NISHII KANJI
TAKAMOTO KENJI
ITO MASAYA
TAKADA KAZUMASA
DEN TAKESHI
NAKABAYASHI KOKI
WATABE HIROSHI

(30)Priority

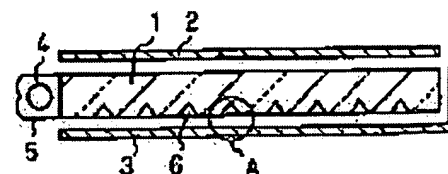
Priority number : 08114537 Priority date : 09.05.1996 Priority country : JP

(54) SURFACE ILLUMINATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an illumination system which has high efficiency and high luminance, less consumes electric power and features high mass productivity.

SOLUTION: Plural pieces of grooves 6 having a triangular shape in section are formed on the rear surface of a parallel flat planar light transmission body 1. A wire-shaped light source 4 is arranged in parallel with these grooves 6 on the one flank of the light transmission body 1 and a reflector 5 is so disposed as


$$\alpha = 52^\circ - \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \sin \theta \right)$$

to cover the wire-shaped light source 4. The angle ϕ_1 of the slope on the wire-shaped light source 4 side of the grooves 6 is set like the equation, where the refractive index of the light transmission body 1 is defined as (n) and the central angle of a radiation luminance distribution as α . $\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$ A light diffusion plate 2 is arranged atop the light transmission body 1 and a reflection plate 3 is arranged to cover the rear surface and the other flank of the light transmission body 1.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The field-like illumination system which is a field-like illumination system it was made to inject the light which carries out incidence from said light source to said transparent material from the top face of said transparent material, keeps spacing in the underside of said transparent material, forms [it has a transparent material and the light source arranged on the side face of said transparent material, and] two or more slots in it, and is characterized by the thing of said slot made for the field by the side of said light source to incline at least.

[Claim 2] The field-like illumination system according to claim 1 whose cross-section configuration of a transparent material is a wedge shape.

[Claim 3] A field-like illumination system [smaller than flute width fang furrow spacing] according to claim 1.

[Claim 4] The field-like illumination system according to claim 1 whose cross-section configuration of a slot is a trapezoid or a triangle.

[Claim 5] The field-like illumination system according to claim 1 to which the tilt angle of the field by the side of the light source of a slot is given below (several 1) when the central angle of n and radiance distribution is set to α for the refractive index of a transparent material.

[Equation 1]

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

[Claim 6] The field-like illumination system according to claim 1 which each slot becomes from two or more adjoining ****.

[Claim 7] The field-like illumination system according to claim 1 in which at least one slot was formed for every stairway by the underside of a transparent material serving as a stairway configuration.

[Claim 8] The field-like illumination system of a slot according to claim 1 whose inclined plane by the side of the light source is a curved surface at least.

[Claim 9] The field-like illumination system of a slot according to claim 1 whose inclined plane by the side of the light source is a split face at least.

[Claim 10] The field-like illumination system according to claim 1 which prepared the polarizer above the transparent material and formed the polarization conversion plate made to rotate the polarization direction under said transparent material.

[Claim 11] The field-like illumination system according to claim 10 to which the cross-section configuration has arranged said polarization conversion plate using the polarization conversion plate with which the slot whose vertical angle is about 90 degrees was formed with the triangle so that the direction of said slot may make the include angle of about 45 degrees to the transparency shaft of a polarizer.

[Claim 12] The field-like illumination system according to claim 1 which the polarizer was prepared above the transparent material and phase contrast formed the phase contrast plate

•

51

•

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the field-like illumination system used as back lights, such as a liquid crystal display.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, a liquid crystal display has come to be widely used as indicating equipments, such as the Parsol computer and a personal digital assistant. And a raise in brightness and low-power-ization are called for from the field-like illumination system as the back light.

[0003] Hereafter, an example of the conventional field-like illumination system is explained using drawing 34 (refer to JP,5-127159,A). Drawing 34 is the sectional view showing the field-like illumination system in the conventional technique. As shown in drawing 34, the transparent material 131 parallel plate-like in the conventional field-like illumination system, The linear light source 134 prepared in the side face of a transparent material 131, and parallel near the side face of a transparent material 131, The reflecting plate 135 formed as covered the linear light source 134, and the optical diffuse matter 136 formed in the rear face (underside) of a transparent material 131 at punctiform, It is constituted by the reflective sheet 133 prepared in the rear face (underside) of a transparent material 131, the optical diffusion sheet 132 prepared in the front face (top face) of a transparent material 131, and the prism sheet 137 prepared in right above [of the optical diffusion sheet 132].

[0004] In this conventional field-like illumination system, incidence of the light from a linear light source 134 is carried out from the side face of a transparent material 131, and the light which spreads the inside of a transparent material 131 by total reflection is diffused with the optical diffuse matter 136 formed in the rear face of a transparent material 131. Thereby, the conditions of the total reflection of light collapse and light is injected to the exterior of a transparent material 131. It is reflected by the reflective sheet 133 prepared in the rear face of a transparent material 131, and the injection light from a transparent material 131 is injected from the front face of a transparent material 131. Since light is injected in the direction of slant from the front face of a transparent material 131, light has been turned in the direction of a transverse plane according to the refraction operation in the prism sheet 137 prepared on the optical diffusion sheet 132. In addition, since the optical diffusion sheet 132 is formed in the front face of a transparent material 131 in this case, the pattern of the optical diffuse matter 136 formed in the rear face of a transparent material 131 from the front-face side of a transparent material 131 does not appear.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above conventional field-like illumination systems, since a multiple echo happened between the prism sheet 137 and the reflective sheet 133, the optical absorption in the optical diffuse matter 136, the optical

diffusion sheet 132, and the reflective sheet 133 became large, and there was a trouble that the optical effectiveness as a field-like illumination system fell. Moreover, in order to use many sheets (the reflective sheet 133, the optical diffusion sheet 132, prism sheet 137), there was a trouble of causing gap of the alignment of each sheet, deterioration of the display quality by mixing of the dust of a between [sheets], etc.

[0006] This invention is made in order to solve said technical problem in the conventional technique, and it is efficient, and brightness is high and it aims at offering the field-like illumination system which was moreover excellent in few mass production nature of power consumption.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain said object, the 1st configuration of the field-like illumination system concerning this invention The light which is equipped with a transparent material and the light source arranged on the side face of said transparent material, and carries out incidence from said light source to said transparent material It is the field-like illumination system it was made to inject from the top face of said transparent material, and spacing is kept in the underside of said transparent material, two or more slots are formed in it, and it is characterized by the thing of said slot made for the field by the side of said light source to incline at least. According to the 1st configuration of this field-like illumination system, since light can be made to inject from the top face of a transparent material by 2 times of the total reflection in the flat part and slot ramp of a transparent material at the bottom, a prism sheet and the optical dispersing agent of the underside of a transparent material become unnecessary. For this reason, since the optical absorption in a prism sheet and an optical dispersing agent is lost and optical effectiveness improves, a raise in brightness and low-power-ization are attained. Moreover, since the process which can reduce the number of sheets of a sheet and forms an optical dispersing agent in the underside of a transparent material can be skipped, assembly nature and mass production nature improve.

[0008] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable that the cross-section configuration of a transparent material is a wedge shape. According to this desirable example, lightweight-ization can be attained. Moreover, since the light reflected on the light source of a transparent material and the side face of an opposite hand does not return to the light source again, light can be efficiently taken out from a transparent material.

[0009] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, small one is more desirable than flute width fang furrow spacing. Since the light which spreads the inside of a transparent material can inject light in the almost vertical direction to the top face of a transparent material only by the transparent material by carrying out total reflection in the part in which the slot on the transparent material is not formed, and carrying out total reflection in the inclined plane of a slot according to this desirable example, a prism sheet becomes unnecessary. Consequently, lowering of the quantity of light by the multiple echo within a prism sheet can be prevented. Moreover, since it is not necessary to apply optical diffuse matter to the underside of a transparent material and the optical absorption in optical diffuse matter does not happen in order to take out light from a transparent material, the field-like illumination system of high brightness is realizable.

[0010] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable that the cross-section configuration of a slot is a trapezoid or a triangle. Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, when the central angle of n and radiance distribution is set to α for the refractive index of a transparent material, it is desirable that the tilt angle of the field by the side of the light source of a slot is given below (several 2).

[0011]

[Equation 2]

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

[0012] According to this desirable example, the core of radiance distribution can be turned in the direction alpha of arbitration. Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable that each slot consists of two or more adjoining ****. According to this desirable example, the further high brightness-ization is attained.

[0013] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, the underside of a transparent material serves as a stairway configuration, and it is desirable that at least one slot is formed for every stairway.

[0014] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable that the inclined plane by the side of the light source is [of a slot] a curved surface at least. Since the injection light-emission luminance distribution from a transparent material can be extended, a liquid crystal display with a large angle of visibility can be made to correspond according to this desirable example.

[0015] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable that the inclined plane by the side of the light source is [of a slot] a split face at least. Since according to this desirable example the reflected light is diffused and the injection light-emission luminance distribution from a transparent material can be extended, a liquid crystal display with a large angle of visibility can be made to correspond.

[0016] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable to prepare a polarizer above a transparent material and to form the polarization conversion plate made to rotate the polarization direction under said transparent material. According to this desirable example, since the optical absorption in the incidence side polarizer of a liquid crystal display can be prevented, optical effectiveness can be raised twice [a maximum of]. Consequently, a large raise in brightness and low-power-ization are attained. Moreover, it is desirable that a cross-section configuration arranges said polarization conversion plate in this case using the polarization conversion plate with which the slot whose vertical angle is about 90 degrees was formed with the triangle so that the direction of said slot may make the include angle of about 45 degrees to the transparency shaft of a polarizer. According to this desirable example, the polarization direction of the incident light to a polarization conversion plate can be rotated.

[0017] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable to prepare a polarizer above a transparent material and for phase contrast to form the phase contrast plate of quadrant wavelength under said transparent material, and to arrange said phase contrast plate so that the direction of an optical axis may make the include angle of about 45 degrees to the transparency shaft of said polarizer. According to this desirable example, the polarization direction of the incident light to a phase contrast plate can be rotated, and the optical absorption in the incidence side polarizer of a liquid crystal display can be prevented. Consequently, since optical effectiveness can be raised twice [a maximum of], a large raise in brightness and low-power-ization are attained.

[0018] Moreover, in the 1st configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable to form an optical diffusion plate above a transparent material, and to form a reflecting plate under said transparent material. While according to this desirable example being able to reflect the light injected from the underside of a transparent material with a reflecting plate and being able to carry out re-incidence into a transparent material, the light injected from the top face of a transparent material is diffused with an optical diffusion plate, and the bright line by the slot can be prevented.

[0019] Moreover, the 2nd configuration of the field-like illumination system concerning this invention The light which is equipped with a transparent material and the light source arranged

on the side face of said transparent material, and carries out incidence from said light source to said transparent material the field-like illumination system it was made to inject from the top face of said transparent material -- it is -- the underside of said transparent material -- two or more lines -- a projection -- spacing -- placing -- forming -- said line -- it is characterized by making said light source of a projection, and the field of an opposite hand incline at least. according to the 2nd configuration of this field-like illumination system -- the line of the underside of a transparent material -- since light can be made to inject from the top face of a transparent material by the total reflection in the ramp of a projection, a prism sheet and the optical dispersing agent of the underside of a transparent material become unnecessary. For this reason, since the optical absorption in a prism sheet and an optical dispersing agent is lost and optical effectiveness improves, a raise in brightness and low-power-ization are attained. Moreover, since the process which can reduce the number of sheets of a sheet and forms an optical dispersing agent in the underside of a transparent material can be skipped, assembly nature and mass production nature improve.

[0020] Moreover, in the 2nd configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable that the cross-section configuration of a transparent material is a wedge shape. moreover, the 2nd configuration of the field-like illumination system of said this invention -- setting -- the underside of a transparent material -- a stairway configuration -- becoming -- **** -- every stairway -- a line -- it is desirable that the projection is formed.

[0021] Moreover, in the 2nd configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable to prepare a polarizer above a transparent material and to form the polarization conversion plate made to rotate the polarization direction under said transparent material. Moreover, it is desirable that a cross-section configuration arranges said polarization conversion plate in this case using the polarization conversion plate with which the slot whose vertical angle is about 90 degrees was formed with the triangle so that the direction of said slot may make the include angle of about 45 degrees to the transparency shaft of a polarizer.

[0022] Moreover, in the 2nd configuration of the field-like illumination system of said this invention, it is desirable to prepare a polarizer above a transparent material and for phase contrast to form the phase contrast plate of quadrant wavelength under said transparent material, and to arrange said phase contrast plate so that the direction of an optical axis may make the include angle of about 45 degrees to the transparency shaft of said polarizer.

[0023]

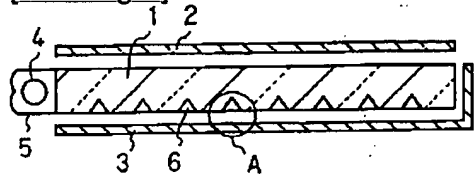
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

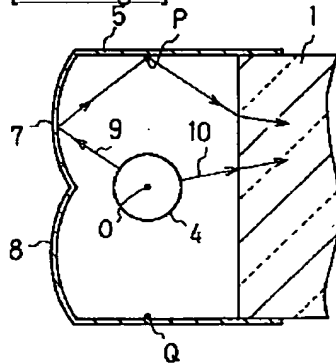
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

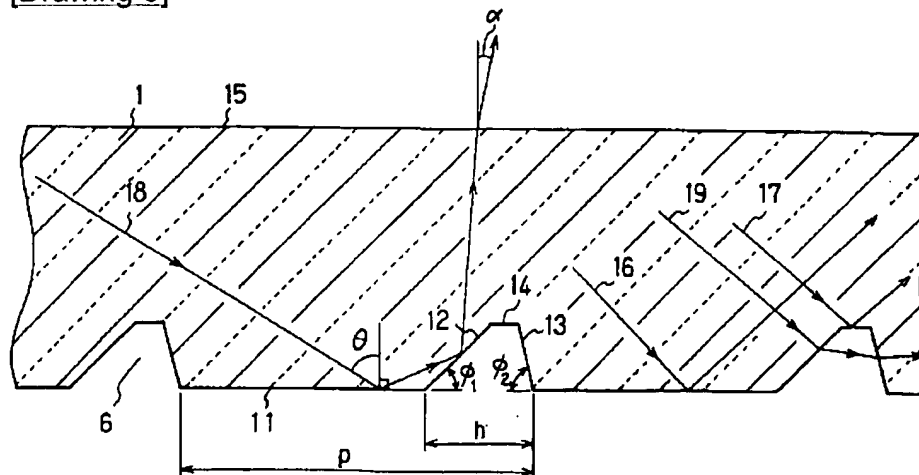
[Drawing 1]



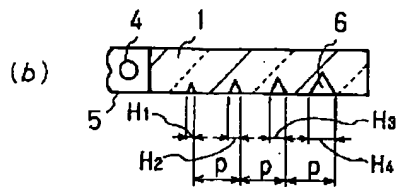
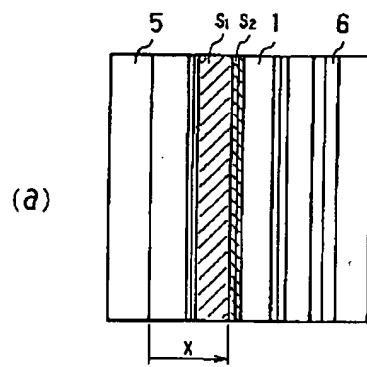
[Drawing 2]



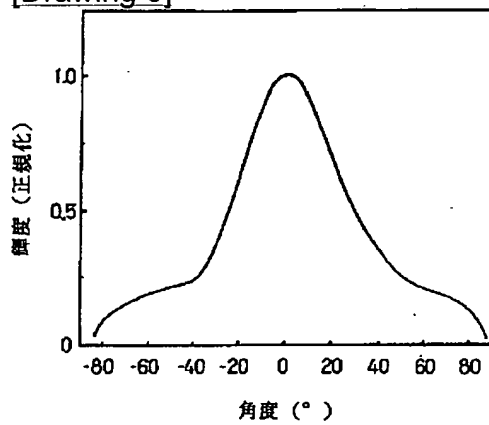
[Drawing 3]



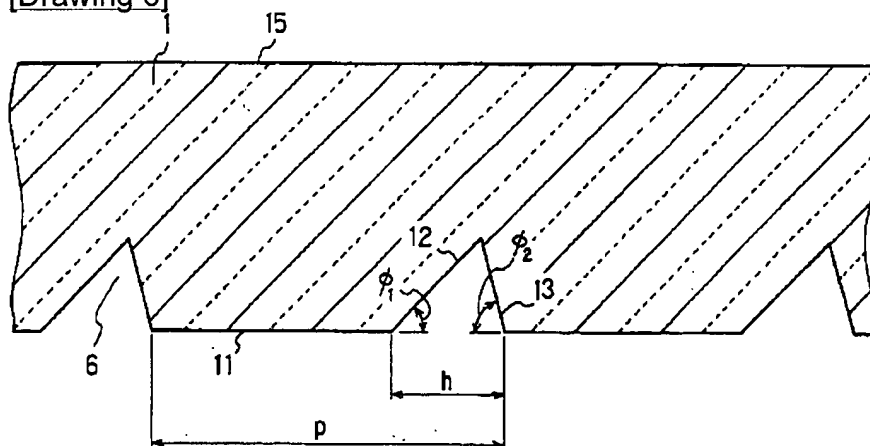
[Drawing 4]



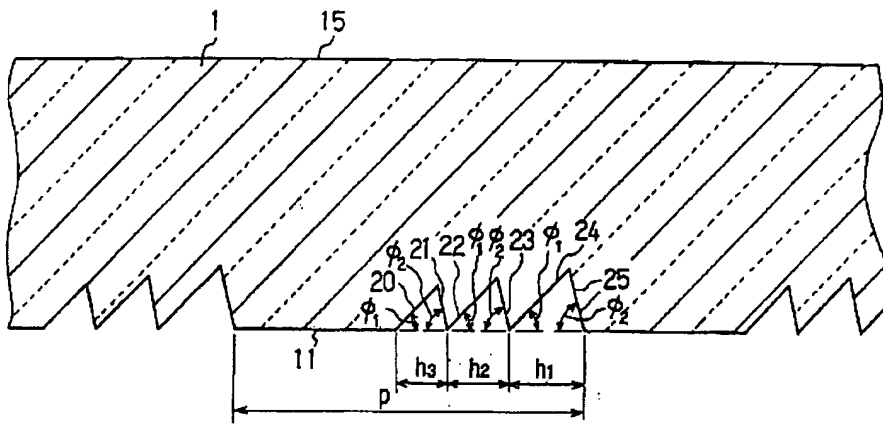
[Drawing 5]



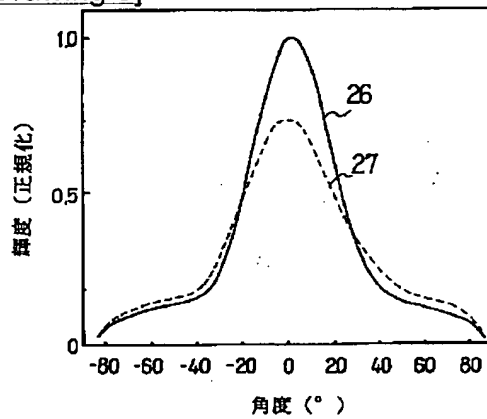
[Drawing 6]



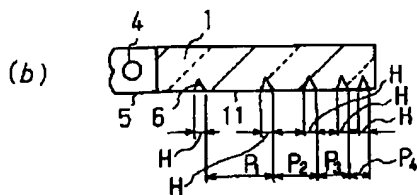
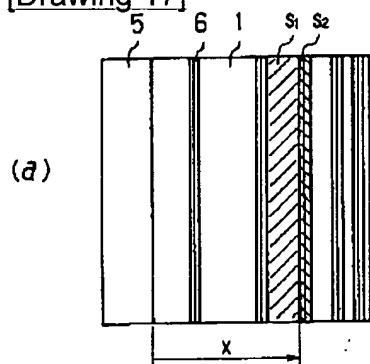
[Drawing 7]



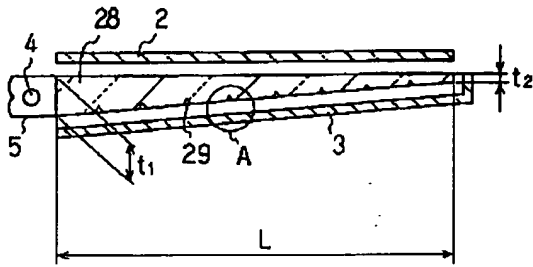
[Drawing 8]



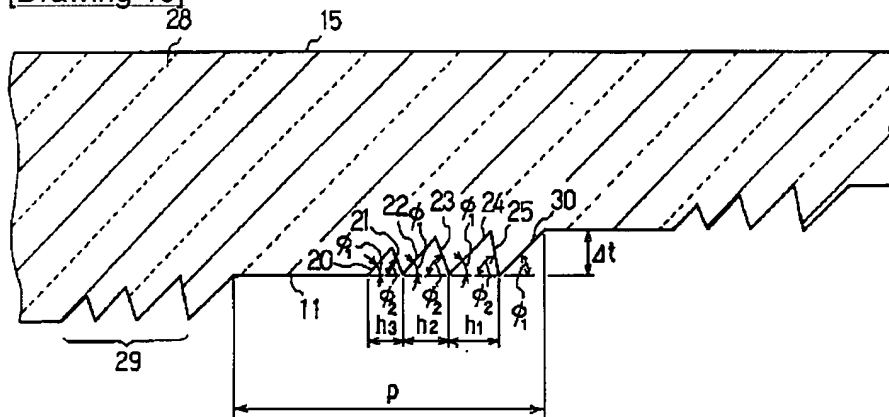
[Drawing 17]



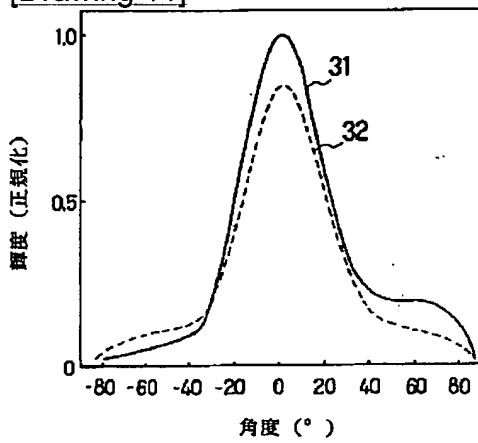
[Drawing 9]



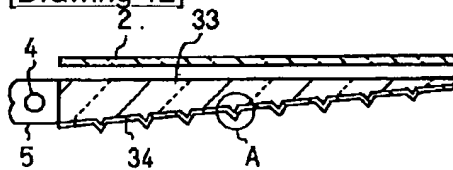
[Drawing 10]



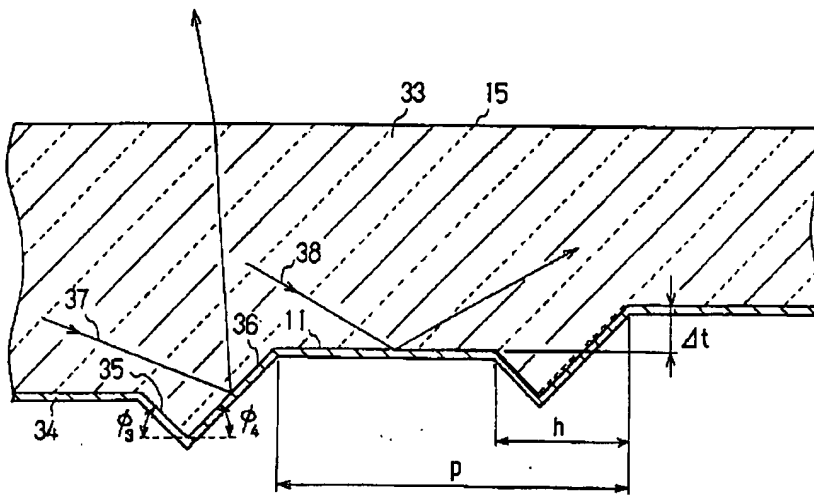
[Drawing 11]



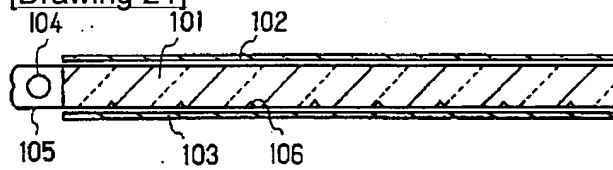
[Drawing 12]



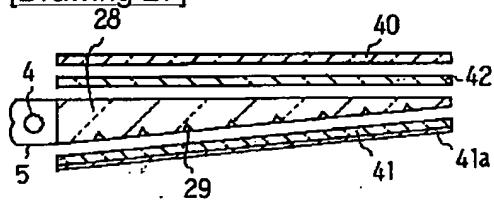
[Drawing 13]



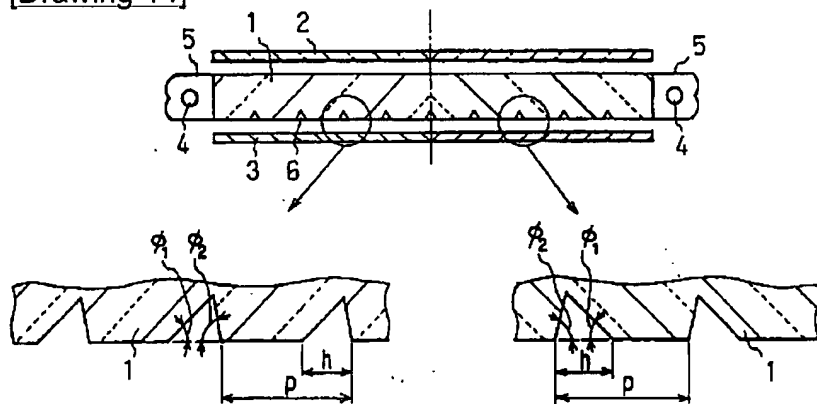
[Drawing 21]



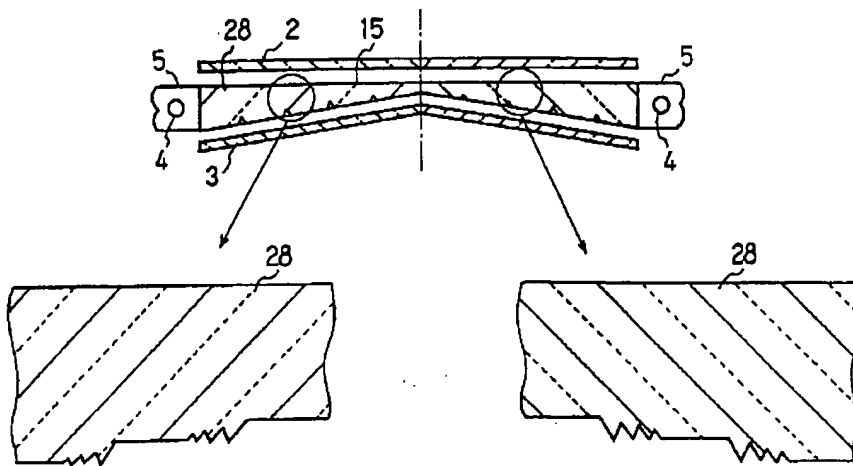
[Drawing 27]



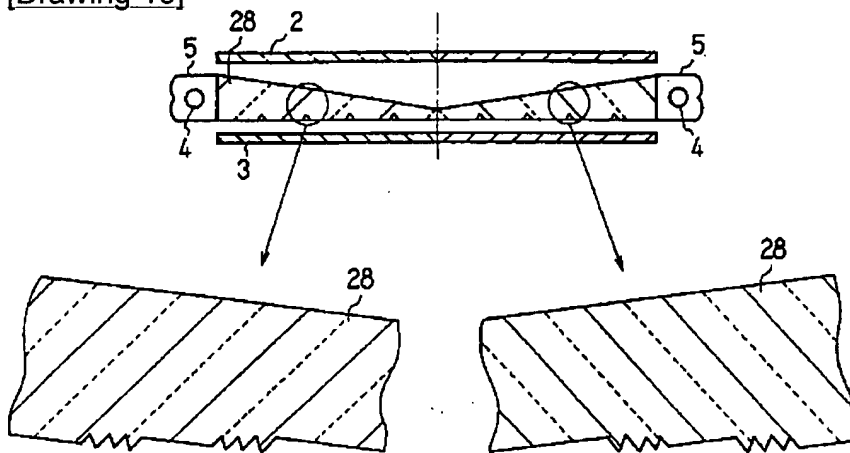
[Drawing 14]



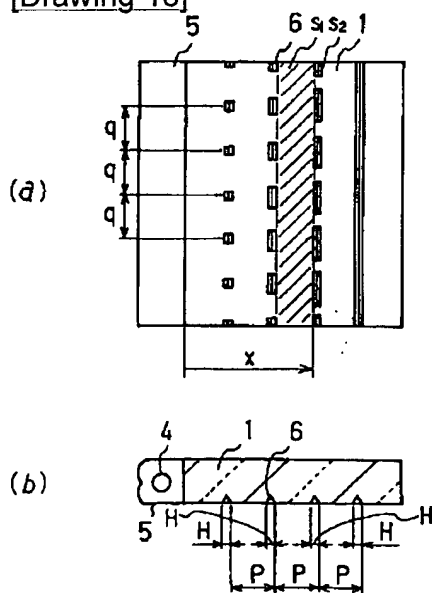
[Drawing 15]



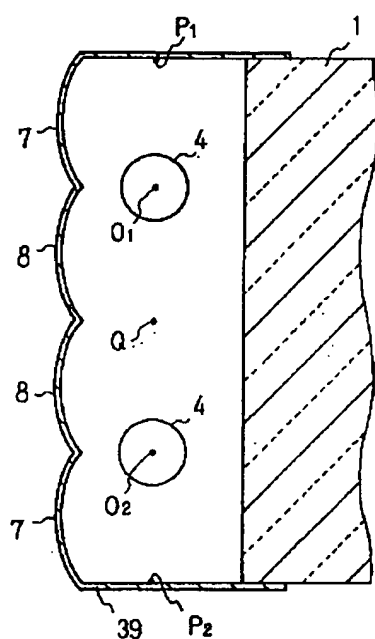
[Drawing 16]



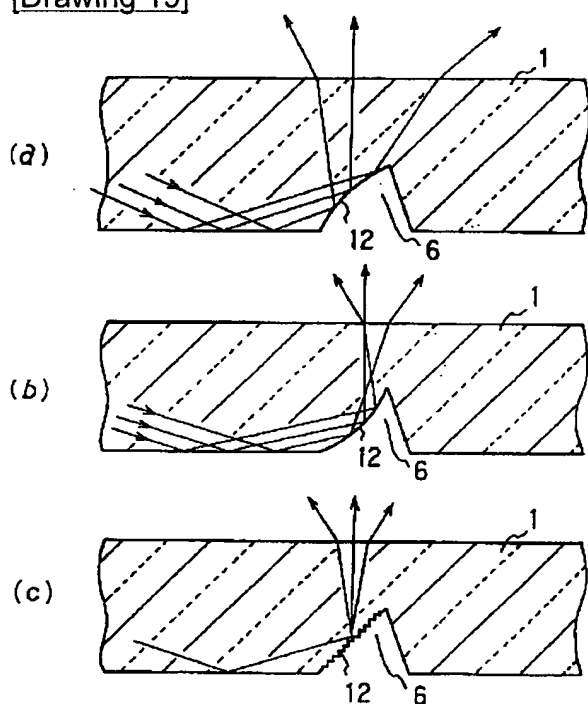
[Drawing 18]



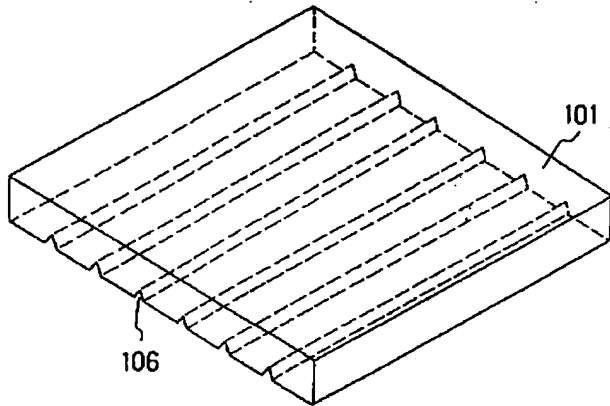
[Drawing 20]



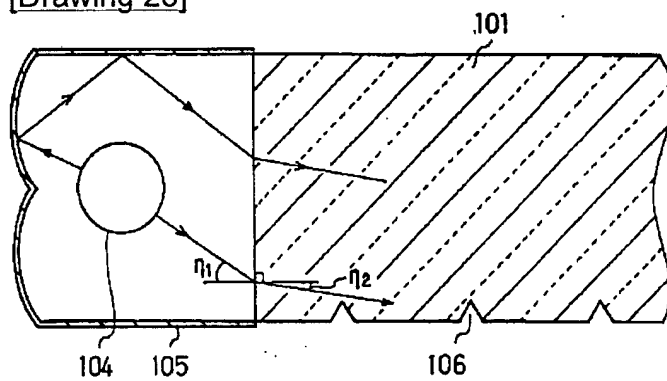
[Drawing 19]



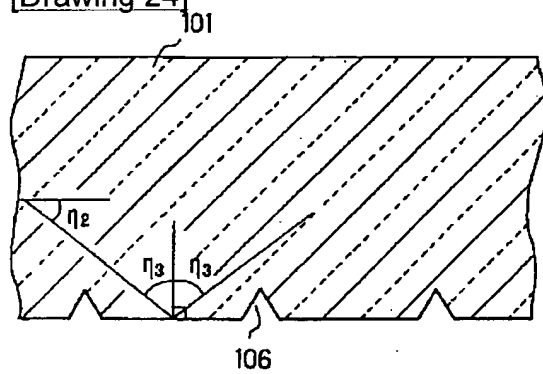
[Drawing 22]



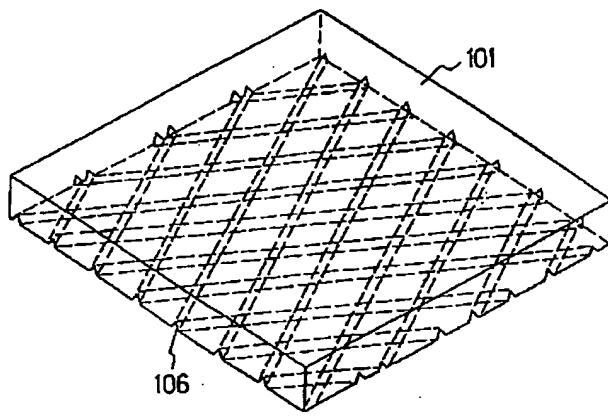
[Drawing 23]



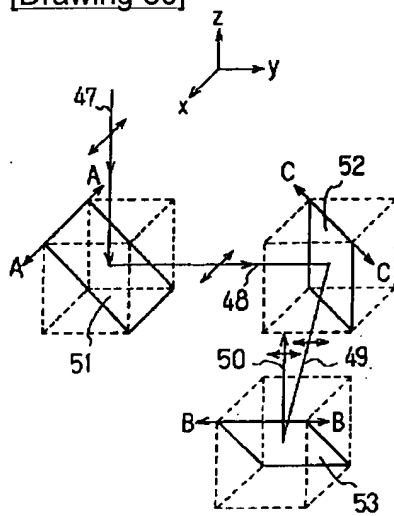
[Drawing 24]



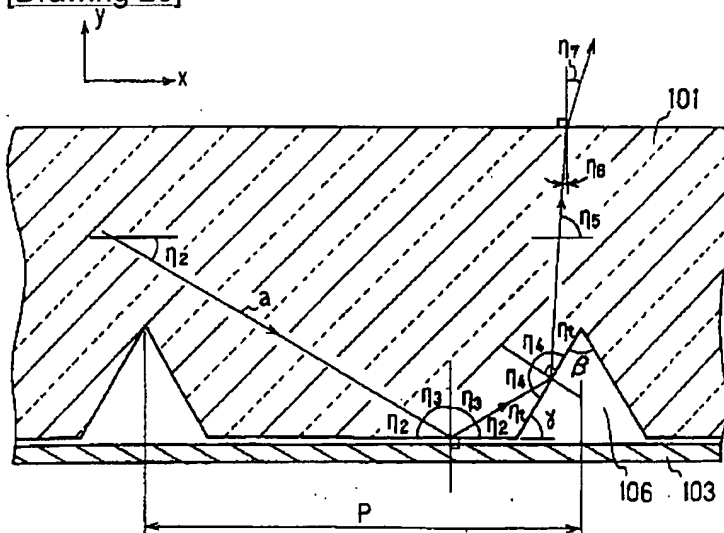
[Drawing 26]



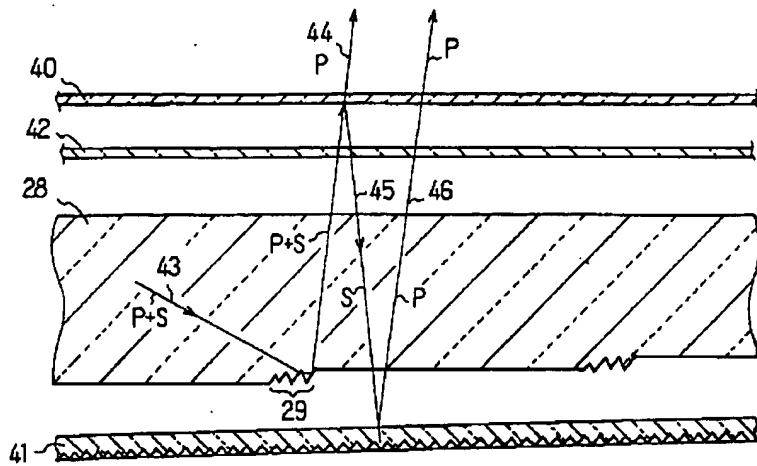
[Drawing 30]



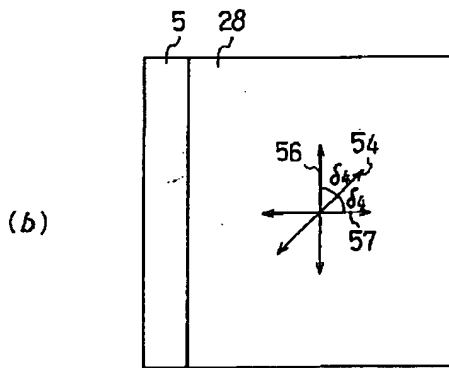
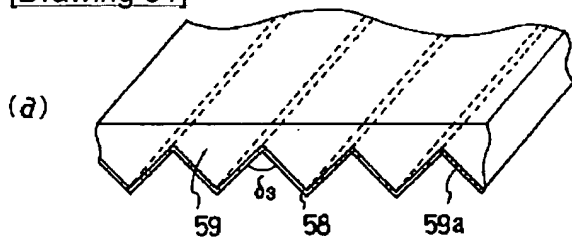
[Drawing 25]



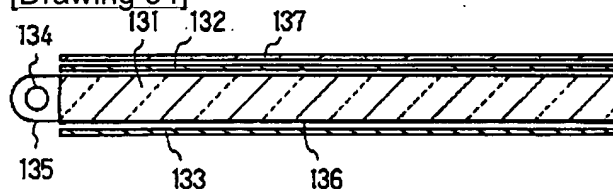
[Drawing 28]



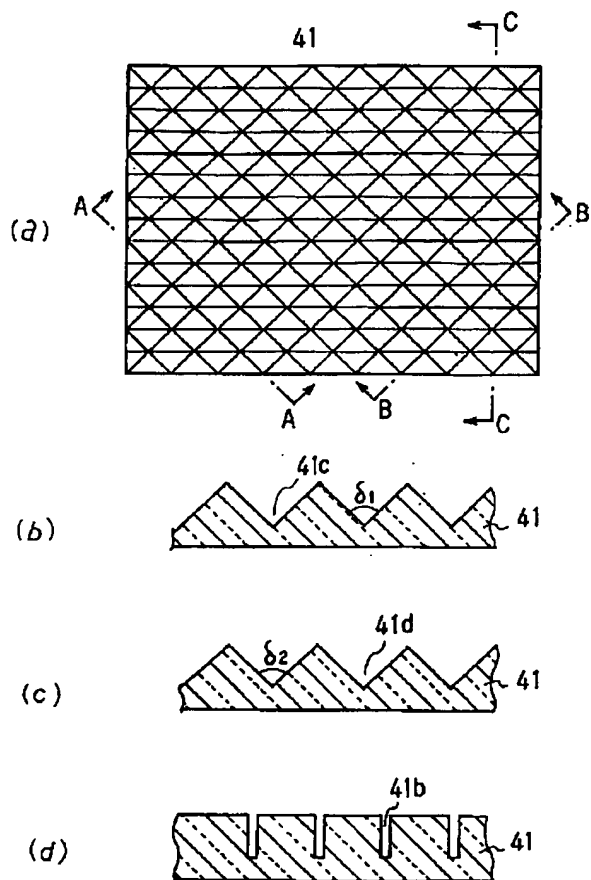
[Drawing 31]



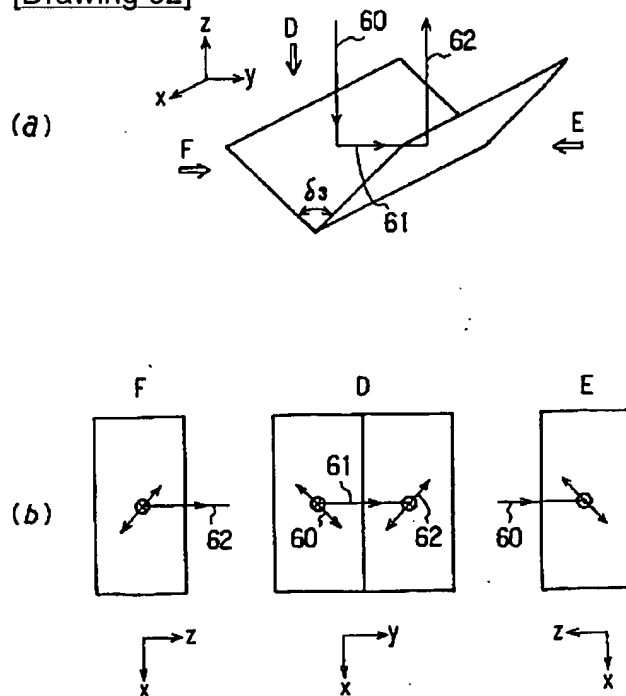
[Drawing 34]



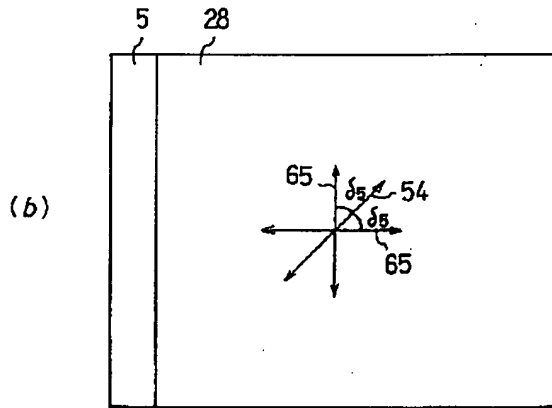
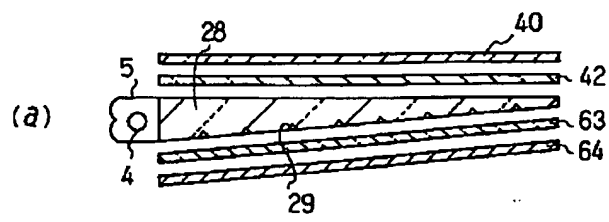
[Drawing 29]



[Drawing 32]



[Drawing 33]



[Translation done.]

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10039302
PUBLICATION DATE : 13-02-98

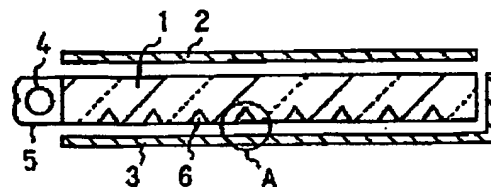
APPLICATION DATE : 15-04-97
APPLICATION NUMBER : 09097433

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : WATABE HIROSHI;

INT.CL. : G02F 1/1335 F21V 8/00 G02B 6/00

TITLE : SURFACE ILLUMINATION SYSTEM



$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an illumination system which has high efficiency and high luminance, less consumes electric power and features high mass productivity.

SOLUTION: Plural pieces of grooves 6 having a triangular shape in section are formed on the rear surface of a parallel flat planar light transmission body 1. A wire-shaped light source 4 is arranged in parallel with these grooves 6 on the one flank of the light transmission body 1 and a reflector 5 is so disposed as to cover the wire-shaped light source 4. The angle ϕ_1 of the slope on the wire-shaped light source 4 side of the grooves 6 is set like the equation, where the refractive index of the light transmission body 1 is defined as (n) and the central angle of a radiation luminance distribution as α .
 $\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$
 A light diffusion plate 2 is arranged atop the light transmission body 1 and a reflection plate 3 is arranged to cover the rear surface and the other flank of the light transmission body 1.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-39302

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0		G 0 2 F 1/1335	5 3 0
F 2 1 V 8/00	6 0 1		F 2 1 V 8/00	6 0 1 A
G 0 2 B 6/00	3 3 1		G 0 2 B 6/00	3 3 1

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平9-97433

(22) 出願日 平成9年(1997) 4月15日

(31) 優先権主張番号 特願平8-114537

(32) 優先日 平8(1996) 5月9日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 堀井 厚司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 西井 完治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 高本 健治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 池内 寛幸 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 面状照明系

(57) 【要約】

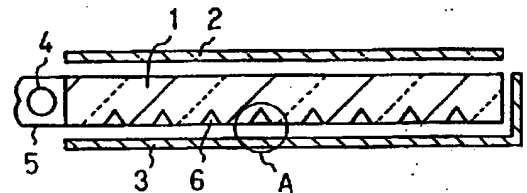
【課題】 高効率で、輝度が高く、しかも消費電力の少ない量産性に優れた面状照明系を提供する。

【解決手段】 平行平板状の導光体1の下面に、断面形状が三角形の複数本の溝6を形成する。導光体1の一方の側面に溝6と平行に線状光源4を配置し、線状光源4を覆うようにしてリフレクタ5を設ける。導光体1の屈折率をn、放射輝度分布の中心角をαとして、溝6の線状光源4側の斜面の角度φ₁を、下記(33)のように設定する。

【数33】

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

導光体1の上面に光拡散板2を配置し、導光体1の下面及び他方の側面を覆うようにして反射板3を配置する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導光体と、前記導光体の側面に配置された光源とを備え、前記光源から前記導光体へ入射する光を、前記導光体の上面から射出するようにした面状照明系であって、前記導光体の下面に複数本の溝を間隔置いて形成し、前記溝の少なくとも前記光源側の面を傾斜させたことを特徴とする面状照明系。

【請求項2】 導光体の断面形状がくさび形である請求項1に記載の面状照明系。

【請求項3】 溝幅が溝間隔よりも小さい請求項1に記載の面状照明系。

【請求項4】 溝の断面形状が台形又は三角形である請求項1に記載の面状照明系。

【請求項5】 導光体の屈折率を n 、放射輝度分布の中心角を α としたとき、溝の光源側の面の傾斜角が下記(数1)で与えられる請求項1に記載の面状照明系。

【数1】

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

【請求項6】 各溝が、隣接した複数の溝群からなる請求項1に記載の面状照明系。

【請求項7】 導光体の下面が階段形状となっており、各階段ごとに少なくとも1本の溝が形成された請求項1に記載の面状照明系。

【請求項8】 溝の少なくとも光源側の傾斜面が曲面である請求項1に記載の面状照明系。

【請求項9】 溝の少なくとも光源側の傾斜面が粗面である請求項1に記載の面状照明系。

【請求項10】 導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に偏光方向を回転させる偏光変換板を設けた請求項1に記載の面状照明系。

【請求項11】 断面形状が三角形で、頂角がほぼ 90° の溝が形成された偏光変換板を用い、前記偏光変換板を、前記溝の方向が偏光子の透過軸に対してほぼ 45° の角度をなすように配置した請求項10に記載の面状照明系。

【請求項12】 導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に位相差が4分の1波長の位相差板を設け、前記位相差板を、その光学軸方向が前記偏光子の透過軸に対してほぼ 45° の角度をなすように配置した請求項1に記載の面状照明系。

【請求項13】 導光体の上方に光拡散板を設け、前記導光体の下方に反射板を設けた請求項1に記載の面状照明系。

【請求項14】 導光体と、前記導光体の側面に配置された光源とを備え、前記光源から前記導光体へ入射する光を、前記導光体の上面から射出するようにした面状照明系であって、前記導光体の下面に複数本の線状突起を間隔置いて形成し、前記線状突起の前記光源と反対側

系。

【請求項15】 導光体の断面形状がくさび形である請求項14に記載の面状照明系。

【請求項16】 導光体の下面が階段形状となっており、各階段ごとに線状突起が形成された請求項14に記載の面状照明系。

【請求項17】 導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に偏光方向を回転させる偏光変換板を設けた請求項14に記載の面状照明系。

【請求項18】 断面形状が三角形で、頂角がほぼ 90° の溝が形成された偏光変換板を用い、前記偏光変換板を、前記溝の方向が偏光子の透過軸に対してほぼ 45° の角度をなすように配置した請求項17に記載の面状照明系。

【請求項19】 導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に位相差が4分の1波長の位相差板を設け、前記位相差板を、その光学軸方向が前記偏光子の透過軸に対してほぼ 45° の角度をなすように配置した請求項14に記載の面状照明系。

【請求項20】 導光体の上方に光拡散板を設け、前記導光体の下方に反射板を設けた請求項14に記載の面状照明系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶ディスプレイなどのバックライトとして用いられる面状照明系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソルコンピュータ、携帯端末などの表示装置として、液晶ディスプレイが広く用いられるようになってきた。そして、そのバックライトとしての面状照明系に対して、高輝度化、低消費電力化が求められている。

【0003】以下、従来の面状照明系の一例について、図34を用いて説明する(特開平5-127159号参照)。図34は従来技術における面状照明系を示す断面図である。図34に示すように、従来の面状照明系は、平行平板状の導光体131と、導光体131の側面近傍に導光体131の側面と平行に設けられた線状光源134と、線状光源134を覆うようにして設けられた反射板135と、導光体131の裏面(下面)に点状に形成された光拡散物質136と、導光体131の裏面(下面)に設けられた反射シート133と、導光体131の表面(上面)に設けられた光拡散シート132と、光拡散シート132の直上に設けられたプリズムシート137とにより構成されている。

【0004】この従来の面状照明系においては、線状光源134からの光を、導光体131の側面から入射させ、導光体131内を全反射で伝播する光を、導光体1

させている。これにより、光の全反射の条件がくずれ、導光体131の外部に光が射出される。導光体131からの射出光は、導光体131の裏面に設けられた反射シート133によって反射されて、導光体131の表面から射出する。導光体131の表面からは斜め方向に光が射出されるので、光拡散シート132の上に設けられたプリズムシート137における屈折作用によって光を正面方向に向けている。尚、この場合、導光体131の表面に光拡散シート132が設けられているので、導光体131の表面側から導光体131の裏面に形成された光拡散物質136のパターンが見えることはない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような従来の面状照明系においては、プリズムシート137と反射シート133との間で多重反射が起こるため、光拡散物質136、光拡散シート132及び反射シート133での光吸収が大きくなり、面状照明系としての光効率が低下するといった問題点があった。また、シートを多数用いるため（反射シート133、光拡散シート132、プリズムシート137）、各シートの位置合わせのズレや、シート間へのゴミの混入による表示品質の低下などを招くといった問題点があった。

【0006】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、高効率で、輝度が高く、しかも消費電力の少ない量産性に優れた面状照明系を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る面状照明系の第1の構成は、導光体と、前記導光体の側面に配置された光源とを備え、前記光源から前記導光体へ入射する光を、前記導光体の上面から射出するようにした面状照明系であって、前記導光体の下面に複数本の溝を間隔を置いて形成し、前記溝の少なくとも前記光源側の面を傾斜させたことを特徴とする。この面状照明系の第1の構成によれば、導光体の下面の平坦部と溝傾斜部での2回の全反射によって導光体の上面から光を射出させることができるので、プリズムシート、及び導光体の下面の光拡散材が不要となる。このため、プリズムシート、光拡散材での光吸収がなくなると、光効率が向上するので、高輝度化及び低消費電力化が可能となる。また、シートの枚数を削減することができ、かつ、光拡散材を導光体の下面に形成する工程を省くことができるので、組立性及び量産性が向上する。

【0008】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、導光体の断面形状がくさび形であるのが好ましい。この好ましい例によれば、軽量化を図ることができる。また、導光体の光源と反対側の側面で反射した光が再び光源に戻ることはないので、導光体から効率良く光を取り出すことができる。

【0009】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成

においては、溝幅が溝間隔よりも小さいのが好ましい。この好ましい例によれば、導光体内を伝播する光が、導光体の溝が形成されていない部分で全反射し、かつ、溝の傾斜面で全反射することにより、導光体のみで導光体の上面に対してほぼ垂直な方向に光を射出することができるので、プリズムシートが不要となる。その結果、プリズムシート内での多重反射による光量の低下を防止することができる。また、導光体から光を取り出すために導光体の下面に光拡散物質を塗布する必要がなく、光拡散物質での光吸収が起こらないので、高輝度の面状照明系を実現することができる。

【0010】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、溝の断面形状が台形又は三角形であるのが好ましい。また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、導光体の屈折率を n 、放射輝度分布の中心角を α としたとき、溝の光源側の面の傾斜角が下記（数2）で与えられるのが好ましい。

【0011】

【数2】

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

【0012】この好ましい例によれば、任意の方向 α に放射輝度分布の中心を向けることができる。また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、各溝が、隣接した複数の溝群からなる Q が好ましい。この好ましい例によれば、さらなる高輝度化が可能となる。

【0013】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、導光体の下面が階段形状となっており、各階段ごとに少なくとも1本の溝が形成されているのが好ましい。

【0014】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、溝の少なくとも光源側の傾斜面が曲面であるのが好ましい。この好ましい例によれば、導光体からの射出光の放射輝度分布を広げることができるので、視野角の広い液晶ディスプレイに対応させることができる。

【0015】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、溝の少なくとも光源側の傾斜面が粗面であるのが好ましい。この好ましい例によれば、反射光を拡散させて、導光体からの射出光の放射輝度分布を広げることができるので、視野角の広い液晶ディスプレイに対応させることができる。

【0016】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に偏光方向を回転させる偏光変換板を設けるのが好ましい。この好ましい例によれば、液晶ディスプレイの入射側偏光子での光吸収を防ぐことができるので、光効率を最大2倍に向上させることができる。その結果、大幅な高輝度化及び低消費電力化が可能となる。また、この場合には、断面形状が三角形で、頂角がほぼ9

0°の溝が形成された偏光変換板を用い、前記偏光変換板を、前記溝の方向が偏光子の透過軸に対してほぼ45°の角度をなすように配置するのが好ましい。この好ましい例によれば、偏光変換板への入射光の偏光方向を回転させることができる。

【0017】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に位相差が4分の1波長の位相差板を設け、前記位相差板を、その光学軸方向が前記偏光子の透過軸に対してほぼ45°の角度をなすように配置するのが好ましい。この好ましい例によれば、位相差板への入射光の偏光方向を回転させて、液晶ディスプレイの入射側偏光子での光吸収を防ぐことができる。その結果、光効率を最大2倍に向上させることができるので、大幅な高輝度化及び低消費電力化が可能となる。

【0018】また、前記本発明の面状照明系の第1の構成においては、導光体の上方に光拡散板を設け、前記導光体の下方に反射板を設けるのが好ましい。この好ましい例によれば、導光体の下面から射出した光を反射板によって反射させて、導光体内に再入射させることができると共に、導光体の上面から射出した光を光拡散板によって拡散させて、溝による輝線を防止することができる。

【0019】また、本発明に係る面状照明系の第2の構成は、導光体と、前記導光体の側面に配置された光源とを備え、前記光源から前記導光体へ入射する光を、前記導光体の上面から射出するようにした面状照明系であって、前記導光体の下面に複数本の線状突起を間隔を置いて形成し、前記線状突起の前記光源と反対側の面を少なくとも傾斜させたことを特徴とする。この面状照明系の第2の構成によれば、導光体の下面の線状突起の傾斜部での全反射によって導光体の上面から光を射出させることができるので、プリズムシート、及び導光体の下面の光拡散材が不要となる。このため、プリズムシート、光拡散材での光吸収がなくなって、光効率が向上するので、高輝度化及び低消費電力化が可能となる。また、シートの枚数を削減することができ、かつ、光拡散材を導光体の下面に形成する工程を省くことができるので、組立性及び量産性が向上する。

【0020】また、前記本発明の面状照明系の第2の構成においては、導光体の断面形状がくさび形であるのが好ましい。また、前記本発明の面状照明系の第2の構成においては、導光体の下面が階段形状となっており、各階段ごとに線状突起が形成されているのが好ましい。

【0021】また、前記本発明の面状照明系の第2の構成においては、導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に偏光方向を回転させる偏光変換板を設けるのが好ましい。また、この場合には、断面形状が三角形で、頂角がほぼ90°の溝が形成された偏光変換板を用

に対してほぼ45°の角度をなすように配置するのが好ましい。

【0022】また、前記本発明の面状照明系の第2の構成においては、導光体の上方に偏光子を設け、前記導光体の下方に位相差が4分の1波長の位相差板を設け、前記位相差板を、その光学軸方向が前記偏光子の透過軸に対してほぼ45°の角度をなすように配置するのが好ましい。

【0023】また、前記本発明の面状照明系の第2の構成においては、導光体の上方に光拡散板を設け、前記導光体の下方に反射板を設けるのが好ましい。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

〈第1の実施の形態〉図1は本発明の第1の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。図1において、1は導光体であり、導光体1は石英、ガラス、透明樹脂（例えば、アクリル系樹脂、ポリカーボネート）等を材料として形成されている。導光体1の上面と下面とはほぼ平行であり、上面側から見ると導光体1の形状はほぼ長方形である。また、導光体1の側面と上面及び下面とはほぼ90°の角度をなしている。導光体1の下面には、複数本の溝6が形成されている。2は光拡散板であり、光拡散板2は導光体1の上面の上方に配置されている。光拡散板2は、透明な樹脂などのシートの内部に屈折率の異なる材料を分散させるか、透明なシートの上に透明な球状の材料を分散させるか、透明なシートの表面に凹凸を形成することによって構成されている。3は反射板であり、反射板3は導光体1の下面及び後述する線状光源4側と反対側の側面を覆うようにして配置されている。反射板3は、例えば、透明な樹脂シート内部に数 μm ～数10 μm 程度の気泡を密に分散させるか、樹脂シート、金属板等に銀、アルミなどの反射率の高い材料を蒸着することによって構成されている。これにより、反射板3は、少なくとも導光体1と対向する面で反射率が高くなっている。4は線状光源であり、この線状光源4は導光体1の一方の側面近傍に配置されている。この線状光源4としては、例えば、熱陰極管、冷陰極管等の蛍光灯、発光ダイオードを線状に配列したもの、白熱灯、有機発光材料を線状に形成したものが用いられる。5はリフレクタであり、このリフレクタ5は線状光源4を覆うようにして配置されている。リフレクタ5は、その内面で反射率が高く、かつ拡散性が小さくなるように構成されている。このような特性を有するリフレクタ5は、例えば、樹脂シートに銀、アルミなどの反射率の高い材料を蒸着し、このシートを薄い金属板あるいは樹脂シートに接着することによって得られる。

【0025】図2に、本実施の形態におけるリフレクタの断面形状を示す。図2中、7及び8は、リフレクタ

円部7」、「楕円部8」という。)。楕円部7の焦点の1つは線状光源4の中心点Oであり、もう1つの焦点は線状光源4とリフレクタ5の上面との間に位置する点Pである。同様に、楕円部8の焦点の1つは線状光源4の中心点Oであり、もう1つの焦点は線状光源4とリフレクタ5の下面との間に位置する点Qである。楕円部7、8の楕円動径は小さい方が望ましい。尚、線状光源4が蛍光灯の場合、線状光源4とリフレクタ5との隙間は、ガラスの屈折率1.5に近い屈折率を有する透明な材料で充填されるのが望ましい。

【0026】線状光源4側における導光体1の側面の厚みとリフレクタ5の高さは同じであるのが望ましい。線状光源4の大きさ(径)は、リフレクタ5の高さの80%以下であるのが望ましく、さらにはリフレクタ5の高さの70%以下であるのが望ましい。これにより、線状光源4とリフレクタ5との隙間が確保され、線状光源4の後方射出光を効率良く導光体1に導くことができるからである。

【0027】図3に、図1の面状照明系における導光体の断面形状(図1のA部)を示す。図3において、線状光源4は左側方に位置している。図3に示すように、導光体1の下面は、導光体1の上面15とほぼ平行な平坦部11と、断面形状が台形の数本の溝6とにより構成されている。溝6は、線状光源4側の斜面12と、導光体1の上面15とほぼ平行な底面14と、線状光源4と反対側の斜面13とを有している。導光体1からの射出光の放射輝度分布の中心を、導光体1の上面15に対してほぼ垂直とするためには、溝6の線状光源4側の斜面12の角度 ϕ_1 をほぼ 53° に設定すればよい。また、放射輝度分布の中心を、導光体1の上面15の法線方向に対して $\pm 10^\circ$ 以内に収めるためには、線状光源4側の斜面12の角度 ϕ_1 を、約 $46^\circ < \phi_1 < 約60^\circ$ の範囲に設定すればよい。さらに、放射輝度分布の中心角を α とし、図3の面内で任意の方向 α に放射輝度分布の中心を向けるためには、線状光源4側の斜面12の角度 ϕ_1 を、下記(数3)のように設定すればよい。

【0028】

【数3】

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

但し、 n は導光体の屈折率

【0029】また、溝6の線状光源4と反対側の斜面13の角度 ϕ_2 が 90° に近いほど、導光体1からの放射輝度は高くなる。斜面13は、導光体1の入射部である。従って、斜面13は線状光源4からの入射部(側面)と同様であり、上面15及び下面に対して角度 ϕ_2 を 90° 前後とすることにより、斜面13からの入射光を導光体1内で全反射させることができ、その結果、導光体1からの斜め方向の射出光を防止することができるので、正面方向(上面15方向)への輝度を高くするこ

とができる。実用的には、線状光源4と反対側の斜面13の角度 ϕ_2 は $60^\circ < \phi_2 < 90^\circ$ の範囲にあるのが望ましい。導光体1をプレス成形、射出成形、ローラ成形などによって作製することを考えると、 3° 程度の抜き勾配を付けるのが望ましいので、線状光源4と反対側の斜面13の角度 ϕ_2 は 87° 程度、あるいは、 87° よりも小さく設定されるのが望ましい。

【0030】図4(a)、(b)に、本実施の形態の面状照明系における導光体に形成される溝の配置(溝分布)を示す。溝6の方向は、線状光源4の長手方向とほぼ平行である。溝6のピッチ p は一定であり、線状光源4に近いほど溝6の幅 H が小さく、線状光源4から遠ざかるに従って溝6の幅 H は増加していく。

【0031】導光体1の線状光源4側の側面からの距離を x 、距離 x における溝6の面積比を S (距離 x の近傍における平坦部11の面積を s_1 、溝6の面積を s_2 とした場合、 $S = s_2 / (s_1 + s_2)$)、導光体1の長さを L とすれば、下記(数4)の関係が成り立つ。

【0032】

【数4】

$$S = \alpha \cdot \beta^{x/L}$$

【0033】この場合、 S は $0 < S < 1/2$ の範囲にあり、 β は $1.0 < \beta < 4.0$ の範囲にあるのが望ましい。導光体1からの射出光の輝度分布を均一とするためには、 α を0.04程度、 β を3.0程度にすればよい。

【0034】溝6のピッチ p が細かいほど、溝筋が目立たなくなり、ディスプレイの視認性が向上する。また、溝6のピッチ p が細かい場合には、光拡散板2として拡散性の小さなものを用いることができるので、正面方向(導光体1の上面方向)の輝度を高めることが可能となる。ピッチ p を変えて目視での実験を行った結果、ピッチ p を1mm以下に設定することにより、溝筋が目立たなくなることが分かった。好ましくは、ピッチ p を0.5mm以下に設定するのがよい。さらに、ピッチ p を液晶ディスプレイの画素ピッチの3分の1以下に設定すれば、光拡散板2は不要となる。

【0035】次に、上記のように構成された面状照明系について、その動作を説明する。まず、図2に示すように、線状光源4からの射出光は、光線10のように導光体1内に直接入射するか、リフレクタ5で反射した後、導光体1内に入射する。線状光源4からの後方射出光(導光体1と反対側に射出する光)の大部分は、リフレクタ5の楕円部7、8に入射する。楕円部7(8)の焦点の1つは線状光源4の中心点Oであり、もう1つの焦点は線状光源4とリフレクタ5の上面(下面)との間に位置する点P(点Q)である。楕円部7、8のような楕円鏡の場合、1つの焦点から出た光は、他方の焦点に集光するという特性があるので、線状光源4から出た後方

射出光の大部分は、楕円部7、8によって導光体1へ入射する。一般に、線状光源4が蛍光灯の場合、蛍光灯への再入射光の約半分は蛍光灯の蛍光体によって吸収されてしまうが、本構成によれば、線状光源4での光吸収を軽減することができる。また、楕円部7、8の楕円動径が小さいほど、楕円部7、8での反射光の割合が増えるので、光効率が向上する。また、線状光源4が蛍光灯の場合、蛍光灯の発光部、すなわち蛍光体は、蛍光管の内側に形成されているので、線状光源4とリフレクタ5との隙間を蛍光管の材料の屈折率に近い屈折率を有する透明材料で充填することにより、実質的に蛍光管の直径を小さくすることができる。その結果、線状光源4とリフレクタ5との隙間を増やすことができるので、光効率を向上させることができる。

【0036】次に、図3を用いて、導光体1内での光の伝播について説明する。導光体1の屈折率を n とした場合、導光体1へ入射した光は、スネルの法則により、放射分布が $\pm \sin^{-1}(1/n)$ の光となる。導光体1の材料のほとんどは、屈折率 n が1.42以上であるので、放射分布は、 $\pm 44.77^\circ$ の範囲となる。ところで、導光体1は、上面と下面がほぼ平行であり、上面及び下面と導光体1への入射面である側面とのなす角はほぼ 90° であるので、導光体1の側面から入射した光が導光体1の上面あるいは下面に入射した場合、入射角 θ の最小値は、 $(90^\circ - 44.77^\circ) = 45.23^\circ$ となる。導光体1の屈折率 n が1.42以上のとき、全反射角は 44.77° 以下となるので、導光体1の側面から入射した光は、導光体1の上面あるいは下面で全反射することになる。導光体1内を伝播する光のうち、光線16のように溝6の近傍以外の平坦部11で全反射した光は、導光体1内で全反射を繰り返しながら伝播していく。同様に、光線17のように溝6の底面14で全反射した光も、導光体1内で全反射を繰り返しながら伝播していく。光線18のように溝6の近傍の平坦部11で全反射し、かつ溝6の線状光源4側の斜面12で全反射した光は、光路を大きく変えて導光体1の上面15に入射する。このとき、2回の全反射で光路が大きく変わるので、全反射角以下の入射角となり、大部分の光は導光体1の外部へ射出する。また、光線19のように溝6の線状光源4側の斜面12に直接入射した光の大部分は、斜面12を透過し、斜面12、13で屈折して再び導光体1内に戻り、導光体1内で全反射を繰り返しながら伝播していく。尚、斜面12を透過する光のうちの一部は、反射板3(図1)で反射して導光体1内に戻る。以上のように、導光体1内を伝播する光のうち、平坦部11と溝6の線状光源4側の斜面12とで2回全反射する光が、導光体1の上面15から外部へ射出することになる。

【0037】図5に、光線追跡によって導光体1からの

は、図1の紙面内での放射輝度分布を表しており、負の方向が線状光源4側となる。図5の縦軸は、正規化された輝度を表している。図5は、溝6の線状光源4側の斜面12の角度 ϕ_1 を 53° 、線状光源4と反対側の斜面13の角度 ϕ_2 を 87° に設定したときの放射輝度分布である。この場合、導光体1の上面15に対してほぼ垂直な方向に放射輝度分布の中心がきていることが分かる。導光体1の上面15からの射出光は、溝6の線状光源4側の斜面12での全反射によって光路が変わるので、斜面12の角度 ϕ_1 を変えることによって放射輝度分布の中心角 α を制御することができる。

【0038】スネルの法則により、下記(数5)の関係が成り立つので、 α 及び ϕ_1 は下記(数6)、(数7)のように表記される。

【0039】

【数5】

$$n \cdot \sin(53^\circ - \phi_1) = \sin \alpha$$

但し、 n は導光体の屈折率

【0040】

【数6】

$$\alpha = \sin^{-1} \{ n \cdot \sin(53^\circ - \phi_1) \}$$

【0041】

【数7】

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

【0042】例えば、導光体1がアクリルを材料として形成され、その屈折率 n が1.49の場合、放射輝度分布の中心角 α を $\pm 10^\circ$ の範囲に収めるためには、溝6の線状光源4側の斜面12の角度 ϕ_1 を $46^\circ < \phi_1 < 60^\circ$ の範囲に設定すればよい。

【0043】線状光源4に近いほど導光体1内の光量が多く、線状光源4から離れるに従って導光体1内の光量も減ってくる。このため、図4(a)、(b)に示すように、線状光源4に近いほど平坦部11に対する溝6の幅 H を小さくし、線状光源4から離れるに従って平坦部11に対する溝6の幅 H を大きくすることにより、導光体1の上面15での射出光量のバラツキの小さい面状照明系を得ることができる。

【0044】導光体1の上面15から射出した光は、光拡散板2(図1)に入射して拡散される。この拡散により、導光体1の下面に形成された溝6による輝線を防止することができる。

【0045】以上のように、本実施の形態によれば、平行平板状の導光体1の側面に線状光源4を配置し、導光体1の下面に断面形状が台形の複数本の溝6を線状光源4とほぼ平行に形成し、導光体1の下面の平坦部11と溝6の線状光源4側の斜面12とで2回全反射する光を

り、プリズムシート、及び導光体1の下面の光拡散材が不要となる。従って、プリズムシート、光拡散材での光吸収がなくなり、光効率が向上するので、高輝度化及び低消費電力化が可能となる。また、シートの枚数を削減することができ、かつ、光拡散材を導光体1の下面に形成する工程を省くことができるので、組立性及び量産性が向上する。

【0046】尚、本実施の形態においては、溝6の断面形状を台形としているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。図6に示すように、溝6の断面形状を三角形としてもよい。

【0047】〈第2の実施の形態〉図7は本発明の第2の実施の形態における面状照明系の導光体を示す断面図である。本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第1の実施の形態と同じ構成であるが、導光体1の下面に形成される溝の形状が異なっている。尚、図7において、線状光源4は左側方に位置している。

【0048】図7に示すように、導光体1の下面は、導光体1の上面15とほぼ平行な平坦部11と、線状光源4側の斜面20と線状光源4と反対側の斜面21とからなる断面形状が三角形の第3溝と、同じく斜面22、23からなる第2溝と、同じく斜面24、25からなる第1溝とにより構成されている。第1から第3までの溝は隣接して配置されている。溝の線状光源4側の斜面20、22、24の角度 ϕ_1 はほぼ同じであり、また、溝の線状光源4と反対側の斜面21、23、25の角度 ϕ_2 もほぼ同じである。すなわち、第1から第3までの溝はほぼ相似形である。導光体1からの射出光の放射輝度分布の中心を、導光体1の上面15に対してほぼ垂直とするためには、溝6の線状光源4側の斜面20、22、24の角度 ϕ_1 を約 50° に設定すればよい。また、放射輝度分布の中心を、導光体1の上面15の法線方向に対して $\pm 10^\circ$ 以内に収めるためには、角度 ϕ_1 を、約 $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$ の範囲に設定すればよい。さらに、放射輝度分布の中心角を α とし、図7の面内で任意の方向 α に放射輝度分布の中心を向けるためには、角度 ϕ_1 を、下記(数8)のように設定すればよい。

【0049】

【数8】

$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

但し、 n は導光体の屈折率

【0050】また、溝6の線状光源4と反対側の斜面21、23、25の角度 ϕ_2 が 90° に近いほど、導光体1からの放射輝度は高くなる。実用的には、角度 ϕ_2 は $60^\circ < \phi_2 < 90^\circ$ の範囲にあるのが望ましい。導光体1をプレス成形、射出成形、ローラ成形などによって作製することを考えると、 3° 程度の抜き勾配を付けるのが望ましいので、角度 ϕ_2 は 87° 程度、あるいは、 87° よりも小さく設定されるのが望ましい。

【0051】第1溝、第2溝、第3溝の幅を h_1 、 h_2 、 h_3 としたとき、 $h_1 > h_2 > h_3$ の関係を満たすのが望ましい。すなわち、線状光源4に近いほど溝幅が小さくなるのが望ましい。例えば、第1番目の溝の溝幅に対する第 n 番目の溝の溝幅の比を h_n とした場合に、 $h_n = \gamma^{n-1}$ とすればよい。この場合、 γ は $0.5 \sim 1.0$ の範囲にあるのが望ましく、さらには 0.8 程度であるのが望ましい。

【0052】次に、上記のように構成された面状照明系について、その動作を説明する。導光体1内を伝播する光のうち、溝の近傍以外の平坦部11に入射した光は、導光体1内で全反射を繰り返しながら伝播していく。斜面20、21からなる第3溝の近傍の平坦部11に入射した光は、平坦部11で全反射した後、斜面20でさらに全反射し、光路を大きく変えて導光体1の上面15に入射する。このようにして上面15に入射した光の大部分は、その入射角が上面15での全反射角以下となり、導光体1の上面15から外部へ射出する。また、斜面20に直接入射した光の大部分は、斜面20を透過し、一部はその反対側の斜面21から再び導光体1内に入射し、残りの一部は反射板3(図1)で反射して再び導光体1内に入射する。斜面21から再び導光体1内に入射した光の一部は、第2溝の線状光源4側の斜面22で全反射し、上面15を透過して導光体1の外部へ射出する。斜面21から再び導光体1内に入射した光の残りの一部は、斜面22を透過し、その反対側の斜面23から再び導光体1内に入射し、第1溝の線状光源4側の斜面24での全反射によって導光体1の上面15から射出する。第2溝及び第1溝の線状光源4側の斜面22、24に直接入射する光についても同様である。

【0053】図8に、光線追跡によって導光体1からの射出光の放射輝度分布を求めた結果を示す。図8の横軸は、図7の紙面内での放射輝度分布を表しており、負の方向が線状光源4側となる。図8の縦軸は、正規化された輝度を表している。図8において、27(破線)は、上記第1の実施の形態における放射輝度分布であり、26(実線)は、本実施の形態における角度 ϕ_1 を 50° 、角度 ϕ_2 を 87° に設定したときの放射輝度分布である。この場合、導光体1の上面15に対してほぼ垂直な方向に放射輝度分布の中心がきていることが分かる。また、本実施の形態における面状照明系の中心輝度は、1ピッチ当たり溝を3個配置したことにより、上記第1の実施の形態の場合と比較して約40%程度向上している。導光体1からの射出光は、溝の線状光源4側の斜面20、22、24での全反射によって光路が変わるので、これらの斜面の角度 ϕ_1 を変えることによって放射輝度分布の中心角 α を制御することができる。

【0054】スネルの法則により、下記(数9)の関係が成り立つので、 α 及び ϕ_1 は下記(数10)、(数11)のように表記される。

【0055】

【数9】

$$n \cdot \sin(50^\circ - \phi_1) = \sin \alpha$$

但し、 n は導光体の屈折率

【0056】

【数10】

$$\alpha = \sin^{-1}(n \cdot \sin(50^\circ - \phi_1))$$

【0057】

【数11】

$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1}\{(1/n) \sin \alpha\}$$

【0058】例えば、導光体1がアクリルを材料として形成され、その屈折率 n が1.49の場合、放射輝度分布の中心角 α を $\pm 10^\circ$ の範囲に収めるためには、溝の線状光源4側の斜面20、22、24の角度 ϕ_1 を $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$ の範囲に設定すればよい。

【0059】以上のように、本実施の形態によれば、平行平板状の導光体1の側面に線状光源4を配置し、導光体1の下面に断面形状が三角形の溝を1ピッチ当たり3個隣接して形成し、各溝での全反射によって導光体1の上面15から光を射出させるようにしたことにより、上記第1の実施の形態と同様の効果が得られる。また、上記したように、さらなる高輝度化も可能となる。

【0060】尚、本実施の形態においては、1ピッチ当たり3個の溝を形成しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、1ピッチ当たり2個、あるいは4個以上の溝を形成してもよい。1ピッチ当たりの溝の数が多いほど輝度は高くなるが、加工の容易さを考慮すると、溝の数は1ピッチ当たり3個程度が望ましい。

【0061】また、上記第1及び第2の実施の形態においては、導光体1の形状を平行平板状としているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。軽量化を図り、あるいは、導光体1から効率良く光を取り出すために、導光体1の形状を、線状光源4と反対側の側面を細くした直線状あるいは曲線状のくさび断面としてもよい。

【0062】〈第3の実施の形態〉図9は本発明の第3の実施の形態における面状照明系を示す断面図、図10は図9のA部拡大断面図である。本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第2の実施の形態と同様な構成であるが、導光体の下面の形状が異なっている。図9、図10に示すように、導光体28の下面は階段形状となっており、階段の段差部分に隣接して溝29が形成されている。すなわち、導光体28の下面の1つの階段部分は、平坦部11と、線状光源4側の斜面20と線状光源4と反対側の斜面21とからなる断面形状が三角形の第3溝と、同じく斜面22、23からなる第2溝

斜面30とにより構成されている。平坦部11は、導光体28の上面15とはほぼ平行であり、第1から第3までの溝は隣接して配置されている。斜面20、22、24、30の角度 ϕ_1 はほぼ同じであり、また、斜面21、23、25の角度 ϕ_2 もほぼ同じである。すなわち、第1から第3までの溝はほぼ相似形である。導光体28からの射出光の放射輝度分布の中心を、導光体28の上面15に対してほぼ垂直とするためには、角度 ϕ_1 を約 50° に設定すればよい。また、放射輝度分布の中心を、導光体28の上面15の法線方向に対して $\pm 10^\circ$ 以内に収めるためには、角度 ϕ_1 を、約 $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$ の範囲に設定すればよい。さらに、放射輝度分布の中心角を α とし、図9の面内で任意の方向 α に放射輝度分布の中心を向けるためには、角度 ϕ_1 を、下記(数12)のように設定すればよい。

【0063】

【数12】

$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1}\{(1/n) \sin \alpha\}$$

但し、 n は導光体の屈折率

【0064】また、角度 ϕ_2 が 90° に近いほど、導光体28からの放射輝度は高くなる。実用的には、角度 ϕ_2 は $60^\circ < \phi_2 < 90^\circ$ の範囲にあるのが望ましい。導光体28をプレス成形、射出成形、ローラ成形などによって作製することを考えると、 3° 程度の抜き勾配を付けるのが望ましいので、角度 ϕ_2 は 87° 程度、あるいは、 87° よりも小さく設定されるのが望ましい。

【0065】第1溝、第2溝、第3溝の幅を h_1 、 h_2 、 h_3 としたとき、 $h_1 > h_2 > h_3$ の関係を満たすのが望ましい。すなわち、線状光源4に近いほど溝幅が小さくなるのが望ましい。例えば、第1番目の溝の溝幅に対する第 n 番目の溝の幅の比を h_n とした場合に、 $h_n = r^{n-1}$ とすればよい。この場合、 r は0.5～1.0の範囲にあるのが望ましく、さらには0.8程度であるのが望ましい。

【0066】導光体28は、線状光源4に近いほど厚みが厚く、線状光源4から離れるに従って薄くなる。階段の段差 Δt は一定値で、導光体28の包絡線は平面となり、導光体28はくさび形となる。線状光源4と反対側の導光体28の側面の厚み t_2 が小さいほど、導光体28からの放射輝度は高くなる。線状光源4側の導光体28の厚みを t_1 とした場合、 t_2/t_1 は0.5以下であるのが望ましい。尚、導光体28の長さ L としたとき、導光体28のくさび角は、 $\tan^{-1}\{(t_2 - t_1)/L\}$ で与えられる。

【0067】以上のように構成された面状照明系においては、上記第2の実施の形態の場合と同様に、導光体28内に入射した光は、溝の線状光源4側の斜面20、22、24及び段差部の斜面30での全反射によって導光

線状光源4から遠ざかるほど薄くなるので、線状光源4からの光が、導光体28の線状光源4と反対側の側面で反射して、再び線状光源4に戻ることはない。その結果、光効率が高くなる。

【0068】図11に、光線追跡によって導光体28からの射出光の放射輝度分布を求めた結果を示す。図11の横軸は、図9の紙面内での放射輝度分布を表しており、負の方向が線状光源4側となる。図11の縦軸は、正規化された輝度を表している。図11において、32（破線）は、上記第2の実施の形態における放射輝度分布であり、31（実線）は、本実施の形態における角度 ϕ_1 を 50° 、角度 ϕ_2 を 87° 、導光体28のくさび角を 1.83° に設定したときの放射輝度分布である。この場合、導光体28の上面15に対してほぼ垂直な方向に放射輝度分布の中心がきていることが分かる。また、本実施の形態における面状照明系の中心輝度は、1ピッチ内に溝を3個配置し、導光体28のくさび角を 1.83° としたことにより、上記第2の実施の形態の場合と比較して約20%程度向上している。導光体28からの射出光は、斜面20、22、24、30での全反射によって光路が変わるので、これらの斜面の角度 ϕ_1 を変えることによって放射輝度分布の中心角 α を制御することができる。

【0069】スネルの法則により、下記（数13）の関係が成り立つので、 α 及び ϕ_1 は下記（数14）、（数15）のように表記される。

【0070】

【数13】

$$n \cdot \sin(50^\circ - \phi_1) = \sin \alpha$$

但し、 n は導光体の屈折率

【0071】

【数14】

$$\alpha = \sin^{-1} \{ n \cdot \sin(50^\circ - \phi_1) \}$$

【0072】

【数15】

$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

【0073】例えば、導光体28がアクリルを材料として形成され、その屈折率 n が1.49の場合、放射輝度分布の中心角 α を $\pm 10^\circ$ の範囲に収めるためには、角度 ϕ_1 を $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$ の範囲に設定すればよい。

【0074】以上のように、本実施の形態によれば、導光体28の側面に線状光源4を配置し、導光体28の厚みを線状光源4からの距離に応じて薄くするために下面を階段形状とし、さらに、導光体28の下面に断面形状が三角形の溝を1ピッチ当たり3個隣接して形成し、各溝での全反射によって導光体28の上面15から光を射

出させるようにしたことにより、上記第2の実施の形態と同様の効果が得られる。また、上記したように、さらなる高輝度化も可能となる。

【0075】尚、本実施の形態においては、1ピッチ当たり3個の溝を形成しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、1ピッチ当たり1個、2個あるいは4個以上の溝を形成してもよい。1ピッチ当たりの溝の数が多いほど輝度は高くなるが、加工の容易さを考慮すると、溝の数は1ピッチ当たり3個程度が望ましい。

【0076】また、本実施の形態においては、階段の段差 Δt を一定の値としているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、線状光源4からの距離によって段差 Δt の値を変化させてもよい。例えば、斜面24、25からなる第1溝の深さに合わせて、段差 Δt の値を決めてもよい。この場合、導光体28の下面の包絡線の断面形状は、線状光源4側の側面の下端から上面の線状光源4と反対側の端とを曲線で結んだものとなる。

【0077】また、本実施の形態においては、階段ごとに溝が形成されているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、溝が形成されていない階段部分を設けてもよい。

【0078】〈第4の実施の形態〉図12は本発明の第4の実施の形態における面状照明系を示す断面図、図13は図12のA部拡大断面図である。本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第3の実施の形態と同様な構成であるが、導光体の下面の形状、及び反射板3を除去し、代わりに導光体の裏面を反射率の高い材料で覆った点が異なっている。

【0079】図12、図13に示すように、導光体33の下面は階段形状となっており、階段の段差部分に、線状光源4側の斜面35と線状光源4と反対側の斜面36とからなる断面形状が三角形の線状突起が形成されている。ここで、階段の段差 Δt は一定値である。導光体33の屈折率を n としたとき、線状光源4側の斜面35の角度 ϕ_3 は、下記（数16）を満たすように設定される。

【0080】

【数16】

$$\phi_3 > 90^\circ - \sin^{-1} (1/n)$$

【0081】導光体33の下面の平坦部11は、導光体33の上面15とはほぼ平行である。導光体33の下面には、反射率の高い材料、例えば、銀、アルミ、もしくは誘電体多層膜などを蒸着することによって反射膜34が形成されている。これにより、導光体33の下面の平坦部11、及び斜面35、36において光が反射される。

【0082】次に、上記のように構成された面状照明系について、その動作を説明する。導光体33の内部を伝播する光のうち、平坦部11に入射した光38は、導光

体33内で全反射を繰り返しながら伝播していく。線状突起の線状光源4と反対側の斜面36に入射した光37は、斜面36での全反射によって光路を変え、導光体33の上面15から外部へ射出する。導光体33内を伝播する光は、導光体33の上面15あるいは下面への入射角が最大 $\{90^\circ - \sin^{-1}(1/n)\}$ である。一方、線状突起の線状光源4側の斜面35の角度 ϕ_3 は $\{90^\circ - \sin^{-1}(1/n)\}$ 以下であるので、斜面35への入射光はほとんどない。

【0083】以上のように、本実施の形態によれば、導光体33の側面に線状光源4を配置し、導光体33の下面に斜面35、36からなる線状突起を設け、さらに導光体33の下面に反射膜34を形成し、線状突起の線状光源4と反対側の斜面36での全反射によって導光体33の上面15から光を射出させるようにしたことにより、上記第3の実施の形態と同様の効果が得られる。さらに、反射板3(図9)を除去したことにより、シートの枚数を削減することができるので、組立性、量産性も向上する。

【0084】尚、本実施の形態においては、導光体33の下面を階段状に形成しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、段差 $\Delta t=0$ としてもよい。

〈第5の実施の形態〉図14は本発明の第5の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。図14に示すように、本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第1の実施の形態と同様な構成であるが、中心軸に対して、対称にそれぞれ上記第1の実施の形態における面状照明系が配置され、中央部で線状光源4と反対側の側面が結合された構成となっている点で異なる。

【0085】以上の構成により、上記第1の実施の形態と同様の効果が得られ、さらに、線状光源4が2個となるので、2倍の高輝度化が可能となる。尚、本実施の形態においては、導光体1の下面に形成される溝の構成として上記第1の実施の形態における溝の構成を採用しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、上記第2の実施の形態における溝の構成を採用してもよい。

【0086】〈第6の実施の形態〉図15は本発明の第6の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。図15に示すように、本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第3の実施の形態と同様な構成であるが、中心軸に対して、対称にそれぞれ上記第3の実施の形態における面状照明系が配置され、中央部で線状光源4と反対側の側面が結合された構成となっている点で異なる。

【0087】以上の構成により、上記第3の実施の形態と同様の効果が得られ、さらに、線状光源4が2個となるので、2倍の高輝度化が可能となる。尚、図16に示すように、中心軸に対して、対称にそれぞれ上記第3の

28の下面の包絡線が平面となるように中央部で線状光源4と反対側の側面を結合した構成としてもよい。

【0088】〈第7の実施の形態〉図17(a)、

(b)は本発明の第7の実施の形態における面状照明系の導光体下面の溝分布を示す図である。図17に示すように、本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第1の実施の形態と同様な構成であるが、導光体1の下面に形成される溝の分布が異なっている。溝6の方向は、線状光源4の長手方向とほぼ平行であり、溝6の幅Hは一定で、溝6のピッチ p (p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4)が変化する。線状光源4に近いほど溝6のピッチ p が大きく、線状光源4から遠ざかるに従って溝6のピッチ p が小さくなる。

【0089】導光体1の線状光源4側の側面からの距離を x 、距離 x における溝の面積比を S (距離 x の近傍における平坦部11の面積を s_1 、溝6の面積を s_2 とした場合、 $S=s_2/(s_1+s_2)$)、導光体1の長さを L とすれば、上記第1の実施の形態の場合と同様に、下記(数17)の関係が成り立つ。

【0090】

【数17】

$$S = \alpha \cdot \beta^{x/L}$$

【0091】この場合、 S は $0 < S < 1/2$ の範囲にあり、 β は $1.0 < \beta < 4.0$ の範囲にあるのが望ましい。導光体1からの射出光の輝度分布を均一とするためには、 α を0.04程度、 β を3.0程度とすればよい。

【0092】本実施の形態によれば、上記第1の実施の形態と同様の効果が得られる。

〈第8の実施の形態〉図18(a)、(b)は本発明の第8の実施の形態における面状照明系の導光体下面の溝分布を示す図である。図18(a)、(b)に示すように、本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第1の実施の形態と同様な構成であるが、導光体1の下面に形成される溝の分布が異なっている。

【0093】溝6の方向は、線状光源4の長手方向とほぼ平行であり、線状光源4の長手方向に垂直な方向における溝6の幅H及びピッチ p は一定である。線状光源4の長手方向における溝6の長さは線状光源4に近いほど短く、線状光源4から遠ざかるに従って長くなっている。線状光源4の長手方向における溝6のピッチ q は、線状光源4の長手方向に垂直な方向における溝6のピッチ p と同程度であるのが望ましい。

【0094】導光体1の線状光源4側の側面からの距離を x 、距離 x における溝の面積比を S (距離 x の近傍における平坦部11の面積を s_1 、溝6の面積を s_2 とした場合、 $S=s_2/(s_1+s_2)$)、導光体1の長さを L とすれば、上記第1の実施の形態の場合と同様に、

【0095】

【数18】

$$S = \alpha \cdot \beta^{x/L}$$

【0096】この場合、 S は $0 < S < 1/2$ の範囲にあり、 β は $1.0 < \beta < 4.0$ の範囲にあるのが望ましい。導光体1からの射出光の輝度分布を均一とするためには、 α を0.04程度、 β を3.0程度とすればよい。

【0097】本実施の形態によれば、上記第1の実施の形態と同様の効果が得られる。

〈第9の実施の形態〉図19は本発明の第9の実施の形態における面状照明系の導光体下面の溝形状を示す断面図である。本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第1の実施の形態と同様な構成であるが、導光体1の下面に形成される溝の形状が異なっている。図19(a)、(b)に示すように、溝6の線状光源4側の斜面12を曲面とすることにより、導光体1からの射出光の放射輝度分布を広げることができる。また、図19(c)に示すように、溝6の線状光源4側の斜面12を粗面化することにより、反射光を拡散させて、導光体1

からの射出光の放射輝度分布を広げることができる。

【0098】以上の構成により、上記第1の実施の形態と同様な効果が得られ、さらに、線状光源4側の溝斜面12を曲面とすること、溝斜面12を粗面化することにより、放射輝度分布を広げて、視野角の広い液晶ディスプレイに対応させることができる。

【0099】尚、上記第1～第9の実施の形態においては、導光体の上面と側面とのなす角を 90° に設定しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。導光体の上面は、導光体の側面から入射する光が導光体の内部で全反射する条件を満たす範囲で傾けてもよい。例えば、導光体の上面と側面とのなす角を $80^\circ \sim 100^\circ$ に設定してもよく、あるいは、側面に曲面をつけてもよい。

【0100】また、上記第1～第9の実施の形態においては、導光体の下面に形成される溝の分布を指数関数で与えているが、下記(19)で表される多項式で与えてもよい。

【0101】

【数19】

$$S = a_0 + a_1 \cdot x/L + a_2 \cdot x^2/L + \dots$$

但し、 a_0 、 a_1 、 \dots は、導光体の面内輝度分布により決まる係数、

L は導光体の長さ、 x は導光体の線状光源側の側面からの距離

【0102】また、上記第1～第9の実施の形態においては、リフレクタ5の形状を2つの楕円部を有するような断面形状としているが、必ずしもこの構成に限定されるのではなく、リフレクタ5の断面形状をコの字形あるいは半円形としてもよい。

【0103】また、上記第1～第9の実施の形態においては、1個の線状光源4が用いられているが、図20に示すように、線状光源4を2個とし、それぞれの線状光源4についてそれぞれ楕円部7、8を設けてもよい。また、線状光源4が3個以上の場合についても同様である。

【0104】また、上記第3及び第6の実施の形態においては、導光体下面の溝が階段形状の段差部分に隣接して形成されているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、導光体下面の溝はどの位置に形成してもよい。

【0105】また、上記第7及び第8の実施の形態における溝の分布を、上記第2～第6の実施の形態に適用してもよい。また、上記第1～第9の実施の形態において、導光体の線状光源4側の側面からの距離 x における溝の面積比 S の条件式を満たす範囲で、上記第1、第5、第6の実施の形態における溝の分布を組み合わせてもよい。

【0106】また、上記第9の実施の形態における溝の形状を、上記第2～第8の実施の形態に適用してもよ

い。

〈第10の実施の形態〉図21は本発明の第10の実施の形態における面状照明系を示す断面図、図22は導光体の斜視図である。

【0107】図21、図22において、101は導光体であり、石英、ガラス、透明樹脂（例えば、アクリル系樹脂、ポリカーボネート）等を材料として形成されている。ここでは、説明を簡単にするために、導光体101を平行平板、導光体101の側面と上面及び下面とのなす角を 90° 、導光体101の屈折率 n を1.5とする。104は線状光源であり、線状光源104としては蛍光灯、白熱灯、LEDを並べたものなどが用いられる。線状光源104は、導光体101の側面とほぼ平行に配置されている。105はリフレクタであり、このリフレクタ105は線状光源104を覆うようにして配置されている（図22参照）。リフレクタ105のうち線状光源104と向き合う面には、銀、アルミなどの反射率の高い物質が蒸着されており、これにより高反射率が実現されている。リフレクタ105の後端面には、2つの窪みが形成されている。窪みの断面形状は、浅い楕円形か扇形であるのが望ましい。

【0108】導光体101の下面には、線状光源104と平行に複数の溝106が形成されている。すなわち、導光体101の下面は、溝106が形成された部分と、溝106が形成されていない部分（平坦部）とにより構

成されている。溝106のピッチ p (図25)は一定であり、溝幅はピッチ p よりも狭くなっている。ここでは、説明を簡単にするために、溝106の断面形状を二等辺三角形とし、頂角を β とする(図25参照)。

【0109】導光体101の上面近傍には、導光体101の上面を覆うようにして光拡散シート102が配置されている。また、導光体101の下面近傍には、導光体101の下面を覆うようにして反射シート103が配置されている。反射シート103のうち導光体101の溝106と向き合う面には、銀、アルミなどの反射率の高い物質が蒸着されており、これにより高反射率が実現されている。

【0110】以下、上記のように構成された面状照明系について、図21、図23～図25を用いてその動作を説明する。図23は線状光源及びリフレクタでの光路追跡の図、図24は導光体内での光路追跡の図、図25は導光体に形成された溝での光路追跡の図である。

【0111】図23に示すように、線状光源104からの射出光は、導光体101内に直接入射するか、リフレクタ105で反射した後、導光体101内に入射する。リフレクタ105に2つの窪みを形成することにより、窪み部分での反射光が線状光源104とリフレクタ105との間を通り、導光体101内に入射する。線状光源104に光が再入射すると光吸収が起こるが、リフレクタ5に窪みを形成することにより、線状光源104での光吸収を低減することができる。

【0112】導光体101の側面に角度 η_1 で入射した光は、導光体101内に入ると、角度 η_2 で屈折する。スネルの法則により、下記(数20)の関係が成り立つので、屈折角 η_2 は下記(数21)のように表記される。

【0113】

【数20】

$$\sin \eta_1 = n \cdot \sin \eta_2$$

但し、 n は導光体の屈折率

【0114】

【数21】

$$\eta_2 = \sin^{-1}(\sin \eta_1 / n)$$

【0115】屈折角 η_2 の最大値 η_{2max} を求めると、下記(数22)のようになる。

【0116】

【数22】

$$\begin{aligned} \eta_{2max} &= \sin^{-1}(\sin 90^\circ / n) \\ &= \sin^{-1}(1/n) \end{aligned}$$

【0117】例えば、導光体101の屈折率 n が1.5のとき、 η_{2max} は41.8°となる。図24に示すよう

の下面の溝106の近傍以外の平坦部に入射した光の入射角 η_3 は、下記(数23)のように表記される。

【0118】

【数23】

$$\eta_3 = 90^\circ - \eta_2$$

【0119】一方、屈折率 n ($n > 1$)の媒質から空気(屈折率1)中へ進むときの境界での全反射角は、スネルの法則を用いて計算すると、 $\sin^{-1}(1/n)$ となる。導光体101の側面から入射した光が導光体101の上面、及び下面の溝106の近傍以外の平坦部で全反射を繰り返しながら伝播するためには、角度 η_3 が全反射角 $\sin^{-1}(1/n)$ よりも大きければよい。すなわち、下記(数24)の関係が成り立てばよい。

【0120】

【数24】

$$\eta_3 > \sin^{-1}(1/n)$$

【0121】上記(数22)、(数23)より、角度 η_3 の最小値 η_{3min} は、下記(数25)のようになる。

【0122】

【数25】

$$\eta_{3min} = 90^\circ - \sin^{-1}(1/n)$$

【0123】従って、上記(数24)、(数25)を用いると、導光体101の上面、及び下面の溝106の近傍以外の平坦部で全反射を繰り返しながら光が伝播するための屈折率 n の条件は、下記(数26)のようになる。

【0124】

【数26】

$$n > 1 / \sin 45^\circ = 2^{1/2} \approx 1.414$$

【0125】本実施の形態においては、導光体101の屈折率 n を1.5としたので、この条件は満たされる。一般に、石英、ガラス、アクリル系樹脂、ポリカーボネートなどの材料では、屈折率は $2^{1/2}$ 以上であるので、この条件は満足される。従って、導光体101の下面の溝106近傍以外の平坦部に入射した光は、導光体101内で全反射を繰り返しながら伝播する。

【0126】次に、導光体101内に入射した光が、導光体101の下面に形成された溝106によって導光体101の上面からほぼ垂直な方向に射出することについて、図25を用いて説明する。

【0127】図25において、導光体101の上面と平行な方向を x 軸方向、導光体101の上面と垂直な方向を y 軸方向とする。また、導光体101の内部を伝播する光の方向と x 軸とのなす角を η_2 とする。

【0128】導光体101への入射の条件より、 η_2 の最大値は、上記(数22)で与えられるように、 \sin

形成されていない部分（平坦部）で全反射した光のうちの一部は、溝106の斜面に入射する。この光線を a とする。

【0129】光線 a は、溝106が形成されていない部分（平坦部）に入射角 η_3 で入射する。導光体101の屈折率 n は上記（数26）の条件を満たすので、全反射となる。次いで、この光線 a は溝106の斜面に入射する。溝106は、その断面形状が二等辺三角形で、頂角が β であるので、斜面の傾き γ は、下記（数27）で与えられる。

【0130】

【数27】

$$2\gamma + \beta = 180^\circ$$

$$\gamma = 90^\circ - \beta/2$$

【0131】溝106の斜面への入射角 η_4 は、図25より下記（数28）で与えられる。

【0132】

【数28】

$$\eta_t = \gamma - \eta_2$$

$$\eta_4 = 90^\circ - \eta_t$$

【0133】ここで、溝106の斜面での全反射の条件を求めると、下記（数29）のようになる。

【0134】

【数29】

$$\eta_4 > \sin^{-1}(1/n)$$

【0135】溝106の斜面で全反射した光線は、導光体101の上面へ入射する。このときの入射角 η_5 は、下記（数30）で与えられる。

【0136】

【数30】

$$\begin{aligned} \eta_5 &= \eta_2 + 2\eta_t \\ &= 180^\circ - \beta - \eta_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_6 &= 90^\circ - \eta_5 \\ &= -90^\circ + \beta + \eta_2 \end{aligned}$$

【0137】導光体101からの射出角 η_7 は、スネルの法則より、下記（数31）で与えられる。

【0138】

【数31】

$$n \cdot \sin \eta_6 = \sin \eta_7$$

$$\eta_7 = \sin^{-1}(n \cdot \sin(\beta + \eta_2 - 90^\circ))$$

【0139】上記（数22）、（数28）、（数29）より、 η_2 の範囲は、下記（数32）で与えられる。

【0140】

【数32】

$$\sin^{-1}(1/n) - \beta/2 < \eta_2 < \sin^{-1}(1/n)$$

【0141】例えば、溝106の頂角 β を 60° 、導光体101の屈折率 n を1.5とすれば、上記（数32）より、 $11.8^\circ < \eta_2 < 41.8^\circ$ となり、上記（数31）より、 $-27.9^\circ < \eta_7 < 17.9^\circ$ となる。従って、この構成によれば、導光体101内を伝播する光が導光体101から射出するとき、導光体101の上面に対してほぼ垂直な方向に放射分布の中心がくる。

【0142】また、溝106の頂角 β を少し大きくして 65° とし、導光体101の屈折率 n を1.5とすれば、上記（数32）より、 $9.3^\circ < \eta_2 < 41.8^\circ$ となり、上記（数31）より、 $-23.9^\circ < \eta_7 < 25.7^\circ$ となる。従って、この構成によれば、導光体101からの放射分布の対称性が良好となる。

【0143】また、導光体101の屈折率 n を大きくして1.6とし、溝106の頂角 β を 70° とすれば、上記（数32）より、 $3.7^\circ < \eta_2 < 38.7^\circ$ となり、上記（数31）より、 $-26.7^\circ < \eta_7 < 30.9^\circ$ となる。従って、この構成によれば、導光体101からの射出光の広がり角を変えることができる。

【0144】以上のように、導光体101の屈折率 n 、溝106の頂角 β を変えることにより、導光体101からの射出光の指向性と広がり角を制御することができる。導光体101の上面から射出した光は、光拡散シート102（図21）によって拡散され、所定の視野角、及び、ムラの無い放射分布が得られる。

【0145】また、導光体101内を伝播する光のうち、溝106の斜面に直接入射する光は、溝106を横断して再び導光体101に戻るか、反射シート103で反射した後、導光体101内に戻る。

【0146】また、溝106を一定の間隔で配置し、溝106の深さを変えることにより、導光体101から射出する光の量を調整して、導光体101上の場所による射出光量のバラツキを抑えることができる。すなわち、溝106の深さが浅い場合には、溝106の斜面の面積が小さくなるので、溝106の斜面で全反射する光の量が少なくなり、導光体101からの射出光量も少なくなる。逆に、溝106の深さが深い場合には、溝106の斜面の面積が大きくなるので、溝106の斜面で全反射する光の量が多くなり、導光体101からの射出光量も多くなる。従って、導光体101の内部では、線状光源104に近いほど光の量が多く、線状光源104から離れるに従って光の量が少なくなるので、線状光源104に近いほど溝106の深さを浅くし、線状光源104から離れるに従って少しずつ溝106の深さを深くすることにより、導光体101からの射出光量を、導光体101上の場所によらず一定とすることができる。

【0147】尚、溝106の間隔に対する溝106の深さの比が所定の値であれば、溝106の間隔は等間隔で

なくてもよい。例えば、線状光源104側の溝106の間隔を広くし、線状光源104から離れるに従って溝106の間隔を狭くしてもよい。

【0148】また、本実施の形態においては、平行平板状の導光体101を用いているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。軽量化を図り、あるいは、導光体101から効率良く光を取り出すために、導光体101の形状を、線状光源104と反対側の側面を細くした直線状あるいは曲線状のくさび断面としてもよい。また、導光体101を中空形状としてもよい。

【0149】また、本実施の形態においては、導光体101の上面及び下面と側面とのなす角を 90° に設定しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、導光体101の側面から入射する光が導光体101の内部で全反射する条件を満たせば、 90° 以外の角度を持たせてもよく、あるいは、側面に曲面をつけてもよい。

【0150】また、本実施の形態においては、溝106の断面形状を二等辺三角形としているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。導光体101の1つの側面に1個の線状光源104を配置する場合には、溝106の断面形状を任意の三角形としてもよい。また、溝106の先端部をわずかに丸めてもよい。

【0151】また、視野角を広げるために、溝106の斜面の一部を粗面としてもよい。また、本実施の形態においては、1個の線状光源104を用いているが、高輝度化を図るために複数の線状光源104を導光体101の各側面に配置してもよい。

【0152】また、本実施の形態においては、導光体101の屈折率 n を1.5に設定しているが、導光体101の屈折率 n は必ずしもこの値に限定されるものではなく、1.41以上の値であればよい。

【0153】また、本実施の形態においては、溝106が線状光源104と平行になるように形成されているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、図26に示すように、複数本の溝106をクロスさせて形成してもよい。このような構成とすることにより、液晶パネルの画素配列とのモアレ縞を防ぐことができる。

【0154】〈第11の実施の形態〉図27は本発明の第11の実施の形態における面状照明系を示す断面図、図28はその面状照明系における光路追跡の図、図29(a)は偏光変換板の平面図、図29(b)は図29(a)のA-A断面図、図29(c)は図29(a)のB-B断面図、図29(d)は図29(a)のC-C断面図、図30は偏光変換の説明図である。

【0155】図27に示すように、光源4、リフレクタ5、導光体28の構成は上記第3の実施の形態と同様であるため、その説明は省略する。導光体28の上面近傍には光拡散板42が設けられている。これにより、導光

ま拡散させることができる。すなわち、光拡散板42に直線偏光が入射した場合、射出する拡散光の偏光はほぼ直線偏光であり、かつ偏光方向は入射光とほぼ平行になる。光拡散板42の上面近傍には偏光子40が設けられている。この偏光子40は、特定の方向の偏光のみを透過し、透過する光の偏光方向と直交する偏光を反射する。偏光子40は、その透過軸が液晶ディスプレイの入射側偏光子の透過軸と平行となるように配置される。導光体28の下面近傍には偏光変換板41が設けられている。この偏光変換板41は、特定の偏光方向の直線偏光が入射したときに、偏光方向をほぼ 90° 回転させて入射方向と逆方向に射出する。

【0156】以下に、偏光変換板41の構造について、図29を用いて説明する。図29(a)、(d)に示すように、偏光変換板41には、その長手方向に沿って細いスリット状の複数本の溝41bが形成されている。また、図29(a)、(b)、(c)に示すように、偏光変換板41には、スリット状の溝41bとほぼ 45° の角度をなして、互いに直交するようにV溝41c、41dがそれぞれ複数本形成されている。V溝41c、41dの頂角 δ_1 、 δ_2 は、それぞれほぼ 90° である。スリット状の溝41b、及びV溝41c、41dの深さは、ほぼ同じである。偏光変換板41は、図27において溝形成部が下となるように配置される。さらに、偏光変換板41の溝形成部には、銀、アルミ等の反射率の高い材料を蒸着することによって、反射膜41aが形成されている。

【0157】以下、上記のように構成された面状照明系について、図28、図30を用いてその動作を説明する。図28に示すように、導光体28内を伝播する光43は、導光体28の下面に形成された溝29での全反射によって導光体28の上面から射出する。一般に、線状光源4からの射出光はランダム偏光であるので、導光体28から射出する光もランダム偏光である。導光体28の上面から射出して偏光子40に達した光のうち、偏光子40の透過軸方向の偏光44は偏光子40を透過し、偏光44と直交する偏光45は偏光子40で反射される。偏光子40で反射された偏光45は、導光体28を透過して、偏光変換板41に達する。

【0158】次に、偏光子40で反射され偏光変換板41に達した光の偏光方向が偏光変換板41によって 90° 回転することについて、図30を用いて説明する。図30は偏光変換板41の3つの溝41b、41c、41dによって形成される3つの面を示したものである。図30において、光線47は、偏光変換板41に入射する光であり、偏光方向がx軸方向の直線偏光である。光線47は、面51で反射して光線48となる。光線48の偏光方向もx軸と平行である。光線48は、面52で反射して光線49となる。光線49の偏光方向はy軸と平

50となる。光線50の偏光方向もy軸と平行である。従って、光線50の偏光方向は、光線47に対して90°回転している。ここでは、光線47の偏光方向をx軸と平行としたが、光線47の偏光方向がxy平面内のどの方向であっても、光線50の偏光方向は光線47に対して90°回転する。このように、偏光変換板41によって偏光方向が90°回転するので、図28に示すように、偏光変換板41での反射光46の偏光方向は偏光子40の透過軸方向と平行になり、反射光46は偏光子40を透過する。

【0159】以上のように、本実施の形態によれば、3つの溝41b、41c、41dによって形成される3つの面での反射によって偏光方向を回転させる偏光変換板41を用いることにより、液晶ディスプレイの入射側偏光子での光吸収を防ぐことができるので、光効率を最大2倍に向上させることができる。従って、大幅な高輝度化及び低消費電力化が可能となる。

【0160】〈第12の実施の形態〉図31(a)は本発明の第12の実施の形態における面状照明系の偏光変換板を示す部分斜視図、図31(b)は偏光子の透過軸方向と偏光変換板の溝方向との関係を示す図、図32(a)、(b)は偏光変換板での偏光変換の説明図である。本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第11の実施の形態と同様な構成であるが、偏光変換板の構造が異なっている。

【0161】図31(a)に示すように、偏光変換板59には、断面形状が三角形で、頂角 δ_3 が約90°の複数本の溝59aが連続して形成されている。偏光変換板59の溝形成部には、銀、アルミ等の反射率の高い材料を蒸着することによって、反射膜58が形成されている。この偏光変換板59は、面状照明系において溝形成部が下となるように配置される(図28の41参照)。偏光変換板59の溝方向と偏光子40(図27参照)の透過軸方向とのなす角 δ_4 は、約45°である。図31(b)に示すように、例えば、偏光子40の透過軸方向を54とすれば、偏光変換板59の溝59aの方向は、57あるいは56の方向となる。

【0162】次に、偏光変換板59により偏光方向が90°回転することについて、図32を用いて説明する。図32(a)は偏光変換板の隣接する溝部分を示したものである。図32(b)は図32(a)におけるD、E、F方向から見たときの図である。D矢視図で見ると、溝59aの斜面へ入射した光線60の偏光方向は、溝59aの方向、すなわちx軸方向に対して45°の角度をなしている。光線60は、斜面で反射して光線61となる。光線61の偏光方向は、E矢視図で見ると、xz面内において、x軸に対して45°の角度をなす。また、F矢視図で見ると、E矢視図とは反対側から見ることになるので、光線61の偏光方向は90°回転して見える。さらに、光線61は、もう一方の斜面で反射して

光線62となる。D矢視図で見ると、光線62の偏光方向は、光線60の偏光方向に対して90°回転している。よって、偏光変換板59により、偏光方向を90°回転させることができる。

【0163】以上のように、本実施の形態によれば、頂角 δ_3 が90°の三角溝59aが形成された偏光変換板59を、溝59aの方向が偏光子40の透過軸方向に対してほぼ45°の角度をなすように配置することにより、偏光変換板59によって偏光方向を回転させることが可能となるので、上記第11の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0164】〈第13の実施の形態〉図33(a)は本発明の第13の実施の形態における面状照明系を示す断面図、図33(b)は偏光子の透過軸方向と位相差板の光学軸の方位との関係を示す図である。本実施の形態における面状照明系は、基本的には上記第11の実施の形態と同様な構成であるが、偏光変換板41の代わりに、位相差板63と反射板64とを用いる点で異なっている。

【0165】位相差板63は1軸性の複屈折を有する板であり、例えば、水晶、方解石、あるいは透明な樹脂シートを伸張して複屈折性を持たせたものなどが用いられる。位相差板63の位相差は、垂直入射光に対して4分の1波長ずれるように設定される。位相差板63の材料としては、波長分散性の大きい材料を用いるのが望ましく、これにより線光源4の波長域内で位相差を一定にすることができる。位相差板63は、その光学軸が偏光子40の透過軸に対してほぼ45°の角度をなすように配置される。例えば、図33(b)の54を偏光子40の透過軸の方向とすれば、位相差板63の光学軸は方位65あるいは方位66の方向に設定される。ここで、偏光子40の透過軸の方向54と方位65あるいは方位66とのなす角 δ_5 は45°である。

【0166】位相差が4分の1波長の位相差板63に、偏光方向が位相差板63の光学軸に対して45°の角度をなす光が入射すると、位相差板63から射出する光は円偏光となる。この円偏光が反射板64で反射し、再び位相差板63に入射すると、直線偏光に戻る。このとき、偏光方向は、位相差板63に入射した直線偏光の偏光方向と90°ずれる。

【0167】以上のように、本実施の形態によれば、位相差が4分の1波長の位相差板63を用い、この位相差板63を、光学軸の方向が偏光子40の透過軸の方向に対してほぼ45°の角度をなすように配置することにより、上記第11の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0168】尚、上記第11、第12及び第13の実施の形態においては、上記第3の実施の形態の構成を基にしているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、上記第1、第2、あるいは、第4から第10の実施の形態の構成を基にしてもよい。

【0169】また、上記第11、第12及び第13の実施の形態においては、偏光子40での透過偏光及び反射偏光を直線偏光としているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、楕円偏光であってもよい。

【0170】また、上記第11、第12及び第13の実施の形態においては、偏光変換板によって直線偏光を90°回転させるようにしているが、楕円偏光の場合にも同様である。

【0171】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の面状照明系の第1の構成によれば、導光体の下面の平坦部と溝傾斜部での2回の全反射によって導光体の上面から光を射出させることができるので、プリズムシート、及び導光体の下面の光拡散材が不要となる。このため、プリズムシート、光拡散材での光吸収がなくなって、光効率が増加するので、高輝度化及び低消費電力化が可能となる。また、シートの枚数を削減することができ、かつ、光拡散材を導光体の下面に形成する工程を省くことができるので、組立性及び量産性が向上する。

【0172】また、本発明の面状照明系の第2の構成によれば、導光体の下面の線状突起の傾斜部での全反射によって導光体の上面から光を射出させることができるので、プリズムシート、及び導光体の下面の光拡散材が不要となる。このため、プリズムシート、光拡散材での光吸収がなくなって、光効率が増加するので、高輝度化及び低消費電力化が可能となる。また、シートの枚数を削減することができ、かつ、光拡散材を導光体の下面に形成する工程を省くことができるので、組立性及び量産性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における面状照明系のリフレクタの形状を示す断面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態における面状照明系の導光体の形状（図1のA部）を示す断面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態における面状照明系の導光体下面の溝分布を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態における面状照明系を用いて導光体からの射出光の放射輝度分布を求めた結果を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態における面状照明系の導光体の他の構成例を示す断面図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態における面状照明系の導光体を示す断面図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態における面状照明系を用いて導光体からの射出光の放射輝度分布を求めた結果を示す図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態における面状照明系

【図10】図9のA部拡大断面図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態における面状照明系を用いて導光体からの射出光の放射輝度分布を求めた結果を示す図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。

【図13】図12のA部拡大断面図である。

【図14】本発明の第5の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。

【図15】本発明の第6の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。

【図16】本発明の第6の実施の形態における面状照明系の他の例を示す断面図である。

【図17】本発明の第7の実施の形態における面状照明系の導光体下面の溝分布を示す図である。

【図18】本発明の第8の実施の形態における面状照明系の導光体下面の溝分布を示す図である。

【図19】本発明の第9の実施の形態における面状照明系の導光体下面の溝の形状を示す断面図である。

【図20】本発明の実施の形態に用いる光源及びリフレクタの他の構成例を示す断面図である。

【図21】本発明の第10の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。

【図22】本発明の第10の実施の形態における面状照明系の導光体を示す斜視図である。

【図23】本発明の第10の実施の形態における面状照明系の線状光源及びリフレクタでの光路追跡の図である。

【図24】本発明の第10の実施の形態における面状照明系の導光体内での光路追跡の図である。

【図25】本発明の第10の実施の形態における面状照明系の導光体に形成された溝での光路追跡の図である。

【図26】本発明の第10の実施の形態における面状照明系の導光体の他の構成例を示す斜視図である。

【図27】本発明の第11の実施の形態における面状照明系を示す断面図である。

【図28】本発明の第11の実施の形態における面状照明系の光路追跡の図である。

【図29】(a)は本発明の第11の実施の形態における面状照明系の偏光変換板を示す平面図、(b)は(a)のA-A断面図、(c)は(a)のB-B断面図、(d)は(a)のC-C断面図である。

【図30】本発明の第11の実施の形態における面状照明系の偏光変換の説明図である。

【図31】(a)は本発明の第12の実施の形態における面状照明系の偏光変換板を示す部分斜視図、(b)は本発明の第12の実施の形態における面状照明系の偏光子の透過軸方向と偏光変換板の溝方向との関係を示す図である。

明系の偏光変換板での偏光変換の説明図である。

【図33】(a)は本発明の第13の実施の形態における面状照明系を示す断面図、(b)は本発明の第13の実施の形態における面状照明系の偏光子の透過軸方向と位相差板の光学軸の方位との関係を示す図である。

【図34】従来技術における面状照明系を示す断面図である。

【符号の説明】

1、28、33、101 導光体
2 光拡散板
3、34、58、64 反射板
4、104 線状光源
5、105 リフレクタ

6、29、106 導光体の下面の溝

7、8 楕円部

11 導光体の下面の平坦部

12、20、22、24、35 溝の線状光源側の斜面

13、21、23、25、36 溝の線状光源と反対側の斜面

14 溝の底面

15 導光体の上面

40 偏光子

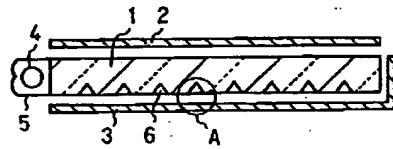
41、59 偏光変換板

42 光拡散板

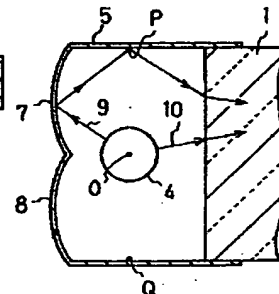
63 位相差板

103 反射シート

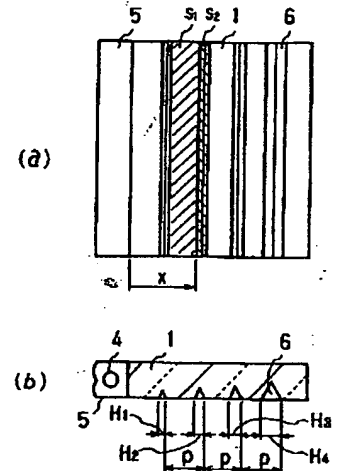
【図1】



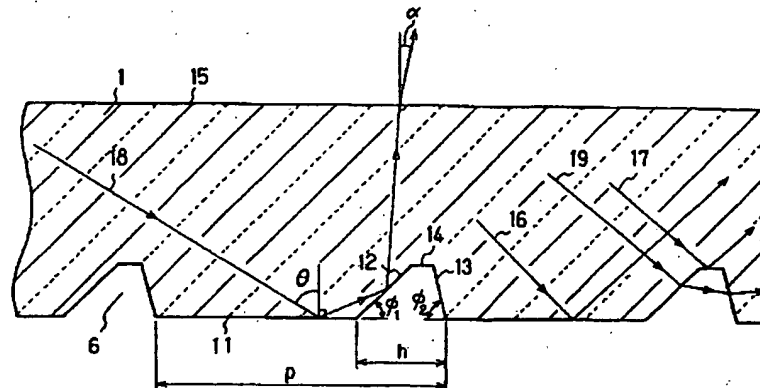
【図2】



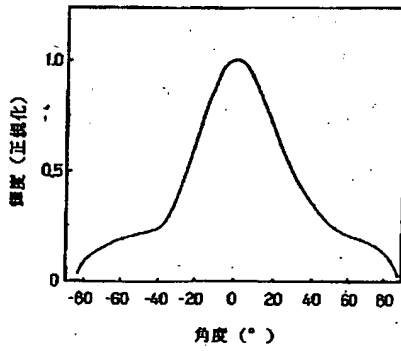
【図4】



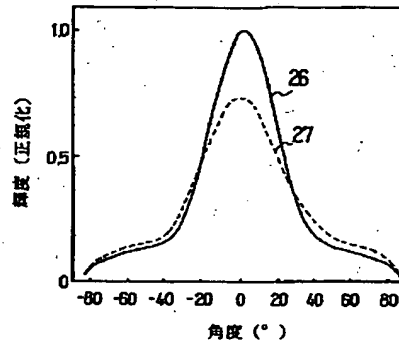
【図3】



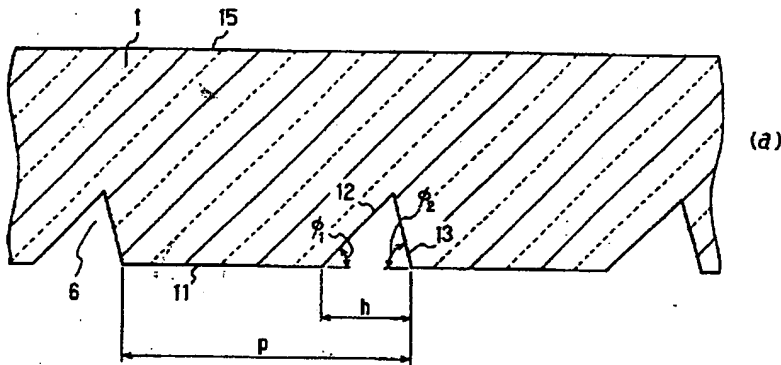
【図5】



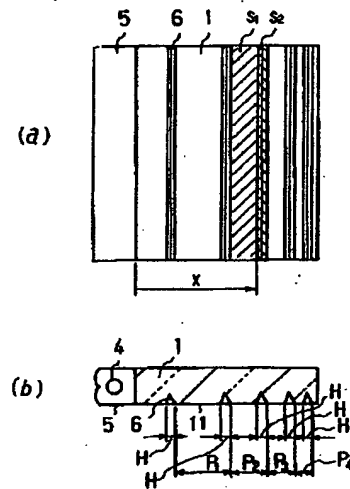
【図8】



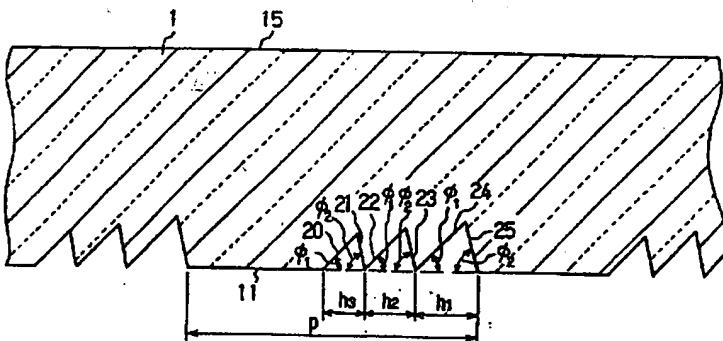
【図6】



【図17】

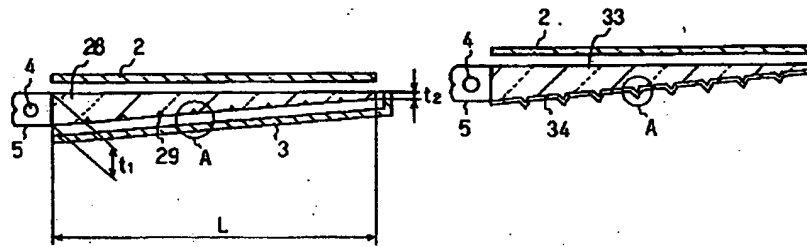


【図7】

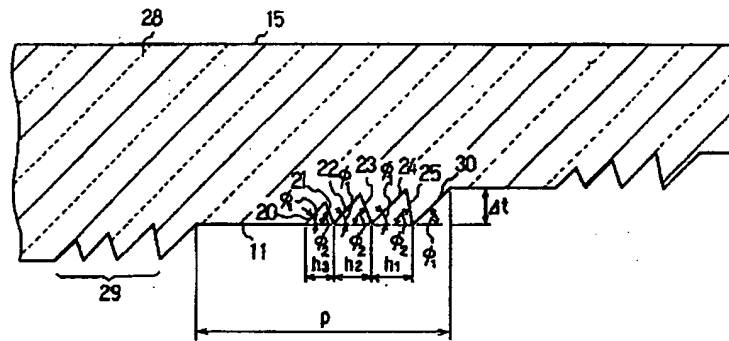


【図9】

【図12】

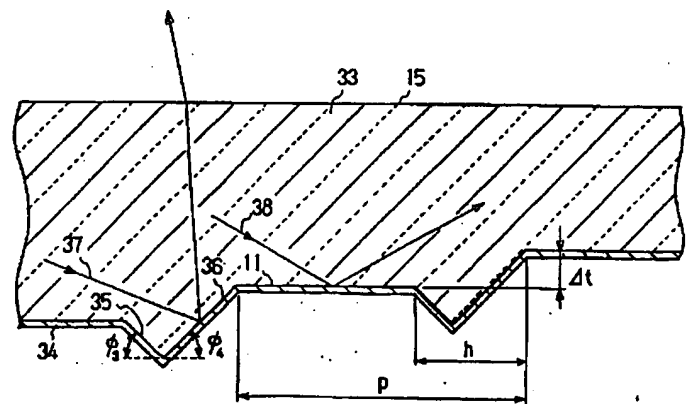
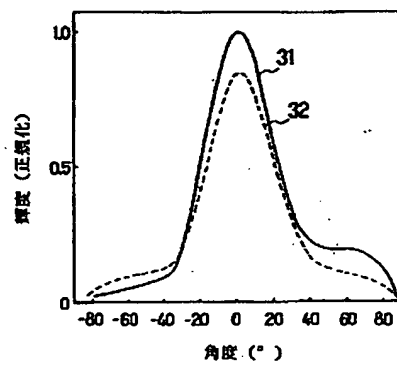


【図10】



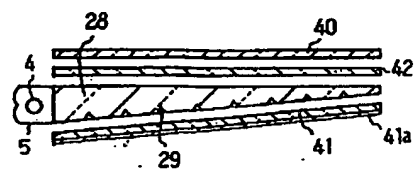
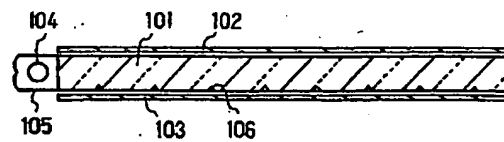
【図11】

【図13】

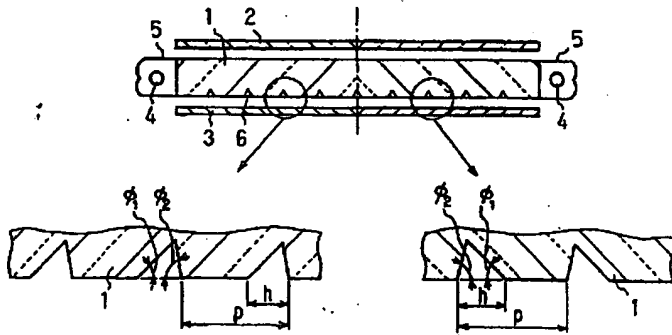


【図21】

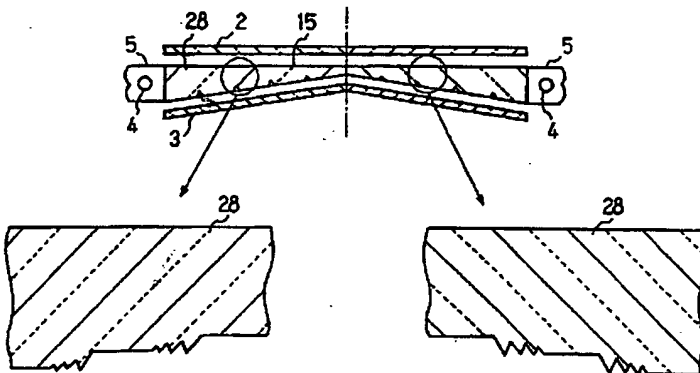
【図27】



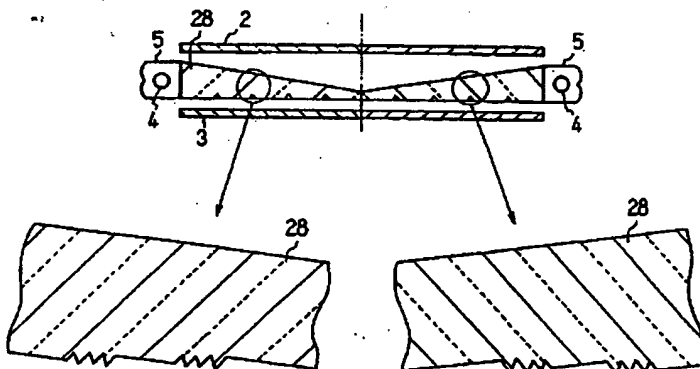
【図14】



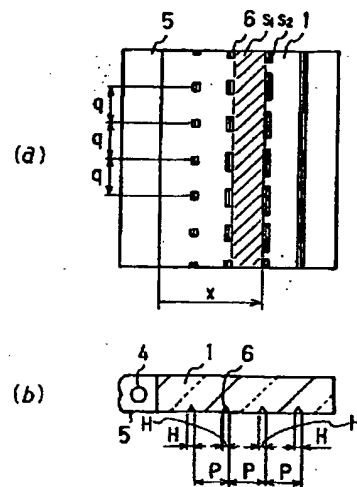
【図15】



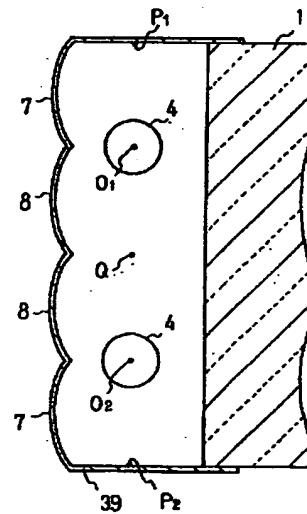
【図16】



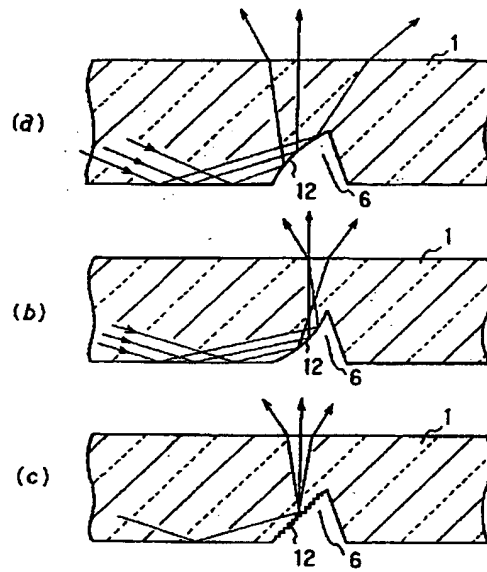
【図18】



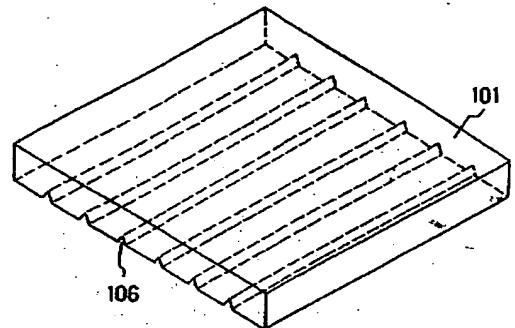
【図20】



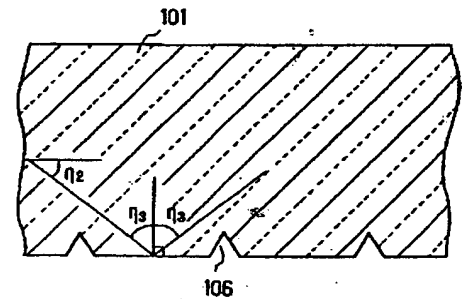
【図19】



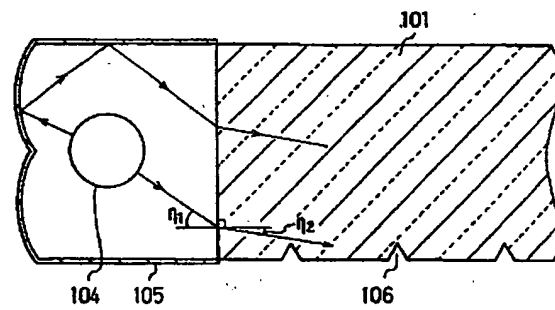
【図22】



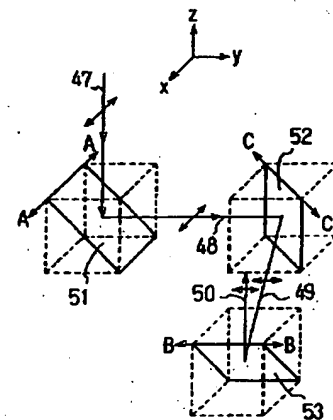
【図24】



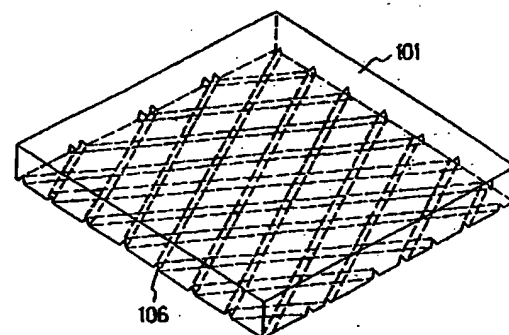
【図23】



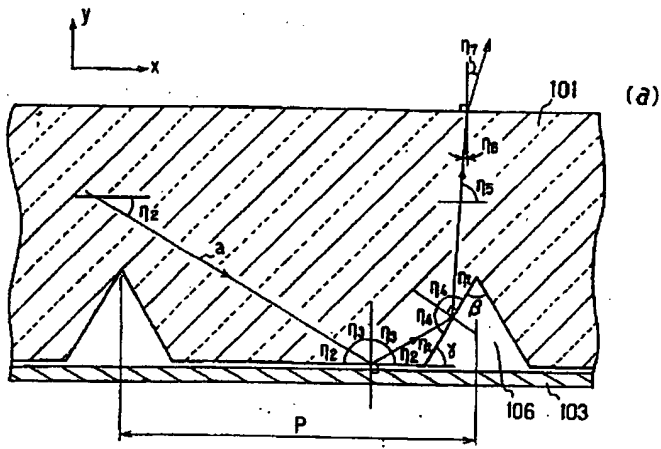
【図30】



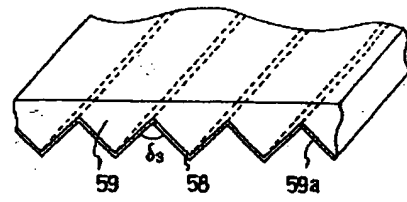
【図26】



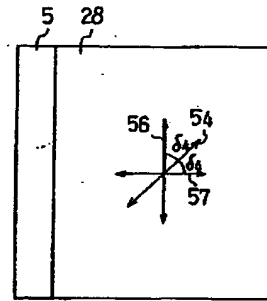
【図25】



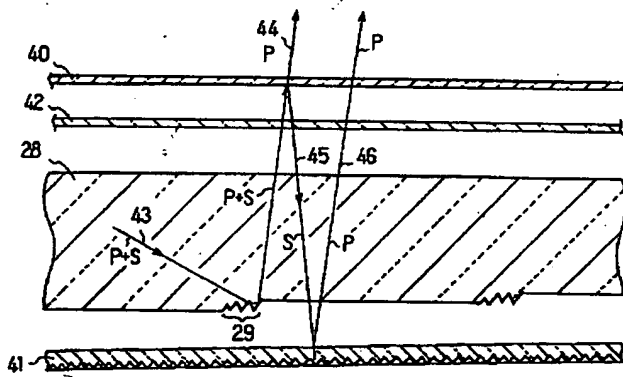
【図31】



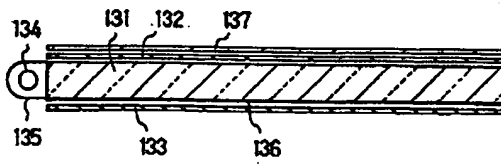
(b)



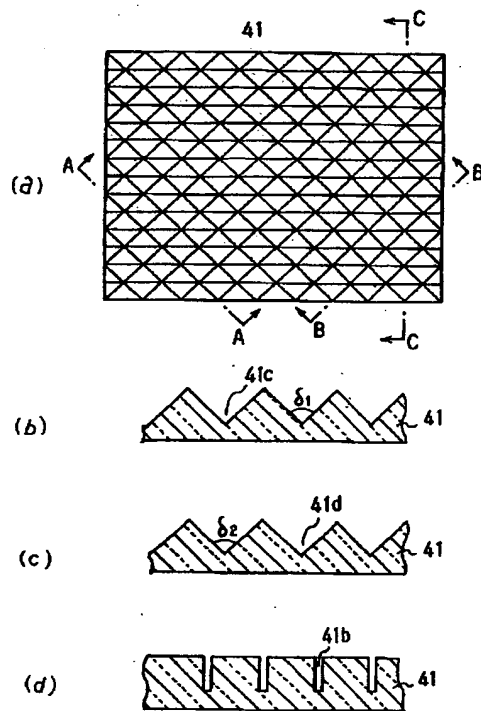
【図28】



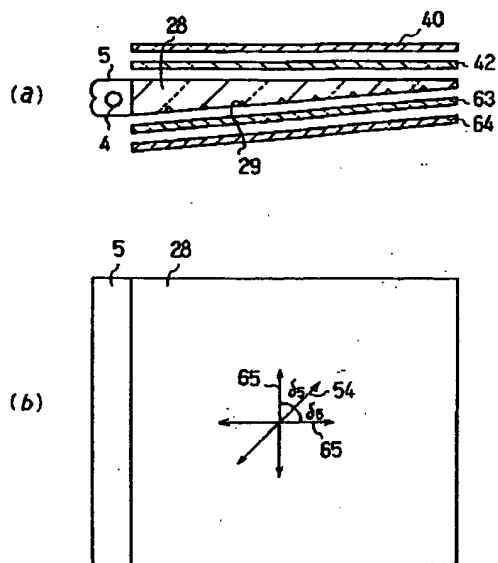
【図34】



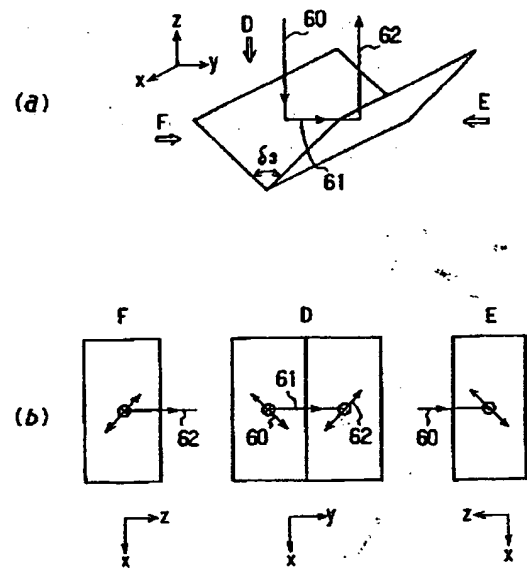
【図29】



【図33】



【図32】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 正弥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 高田 和政

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 田 健

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 中林 耕基

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 渡部 宏

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内